

**Universidad Nacional de La Plata**



**Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación**

---

**Trabajo Final de Integración**

**Especialización en Educación en Ciencias Exactas y Naturales**

**Título: El abordaje de los Organismos Genéticamente Modificados en la  
Formación Docente**

**Autora: Prof. Analía Vanesa Tarquino**

**Directora del Trabajo: Dra. Ana Gabriela Dumrauf**

**Co - Directora del Trabajo: Dra. Silvina Cordero**

**Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación**

**Universidad Nacional de La Plata**

**Septiembre de 2018**

## **Resumen**

En este trabajo final se ha diseñado e implementado una secuencia didáctica con el objetivo de abordar la enseñanza de los Organismos Genéticamente Modificados (OGM) en el ámbito de la Formación Docente. Se sabe que contenidos de Biotecnología han sido incluidos en las reformas curriculares desde los años '90, aunque estudios indican que los/as estudiantes tienen escasa conciencia o conocimiento respecto a esta disciplina. Es por ello que se implementó una secuencia de enseñanza abordando la Biotecnología, específicamente los OGM y los transgénicos en la alimentación, según los requerimientos de los Diseños Curriculares de Educación Secundaria de la Provincia de Buenos Aires, para que los/as docentes en formación adquieran estrategias para desempeñarse allí y accedan a una comprensión integral del tema, que considere todas sus dimensiones y las diversas escalas temporales y espaciales.

Los resultados mostraron que la secuencia didáctica cambió las prácticas habituales de las clases de Biología, ya que no sólo se abordaron contenidos biológicos, sino que los/as estudiantes la consideraron como modelo didáctico y de evaluación para su actuación docente. Además, les permitió a los/as estudiantes del profesorado de Biología reflexionar y tomar posiciones críticas frente al desarrollo de la Biotecnología como disciplina que se encuentra en expansión y los avances científico-tecnológicos que impactan en la sociedad.

**Palabras clave:** Biotecnología, OGM, cuestiones sociocientíficas, formación docente, reflexión sobre la práctica.

## **Abstract**

In this final work, a didactic sequence has been designed and implemented with the aim of addressing the teaching of Genetically Modified Organisms (GMO) in the field of Teacher Education. It is known that Biotechnology contents have been included in curricular reforms since the 90s, although studies indicate that students have little awareness or knowledge regarding this discipline. That is the reason why a teaching sequence was implemented addressing biotechnology, specifically GMO and transgenics in food, according to the requirements of the Secondary Education Curriculum Designs of the Province of Buenos Aires, so that future teachers acquire strategies for teaching there and have access to a comprehensive understanding of the subject, which considers all its dimensions and the various temporal and spatial scales.

The results showed that the didactic sequence changed the usual practices of the Biology classes, since not only biological contents were approached, but the students considered it as a didactic and evaluation model for their teaching performance. In addition, it allowed the

students of the Biology Education degree to reflect and take critical positions in front of the development of Biotechnology as a discipline that is expanding and the scientific-technological advances that impact society.

**Key Words:** Biotechnology, GMO, socioscientific issues, teachers training, reflection on practice.

*A mi familia por su apoyo incondicional en mi formación académica.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A Ana Dumrauf y Silvina Cordero, por la confianza que depositaron en mí, su calidez, comprensión, paciencia a la hora de asesorarme y dedicarme generosamente su valioso tiempo en esta enriquecedora experiencia de aprendizaje.

A mis alumnos, Giselle, Elida, Macarena, Alexis e Iván, quienes tan afectuosamente no dudaron en hacer suyo este trabajo y se comprometieron con mucho énfasis en realizarlo. De ellos me llevo muchos aprendizajes y el desafío de mejorar mis prácticas.

A mis compañeros de cursada, Natalia, Sabrina, Silvia, Silvina, Sonia, Ramón y Roberto, con quienes compartí mates, charlas, risas y muchos aprendizajes.

A los docentes de la carrera, por las valiosas contribuciones a mi formación docente.

A todos ellos, infinitas gracias.

## INDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN .....	1
Fundamentos de la elección del tema .....	1
Antecedentes en la enseñanza de la Biotecnología y los OGM. ....	4
Objetivos de la propuesta .....	6
Objetivo general de la propuesta.....	6
Objetivos de aprendizaje.....	6
METODOLOGÍA .....	8
Población con la que se desarrolló la propuesta .....	8
Secuencia didáctica implementada .....	8
Desarrollo de la secuencia didáctica.....	10
Momentos de la secuencia implementada.....	10
Evaluación .....	13
Análisis de la información obtenida .....	21
RESULTADOS .....	22
Análisis de los resultados .....	22
Reconstrucción del recorrido individual de cada estudiante, rol docente y evaluación de la propuesta.....	38
CONCLUSIONES .....	43
CONSIDERACIONES FINALES .....	47
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	48
ANEXOS.....	52
Anexo I .....	52
Anexo II.....	56
Anexo III.....	57

## INTRODUCCIÓN

### Fundamentos de la elección del tema

La secuencia didáctica elaborada e implementada para la enseñanza del tema Biotecnología, denominada *“El abordaje de los Organismos Genéticamente Modificados en la Formación Docente”*, fue destinada a estudiantes de segundo año de la asignatura Biología y Laboratorio II del Profesorado de Biología en el nivel terciario de la Provincia de Buenos Aires. Esta temática se desarrolló desde una perspectiva multidimensional.

Los Diseños Curriculares de Formación Docente, particularmente en el Profesorado de Biología, están desactualizados respecto a esta temática, ya que dichos diseños no formaron parte de la última reforma curricular y, Organismos Genéticamente Modificados (en adelante OGM) es un tema que aparece en los Diseños Curriculares de Educación Secundaria, pero no se encuentran especificados en el programa de contenidos de la asignatura Biología y Laboratorio II del Profesorado (en diferentes materias de años posteriores se mencionan descontextualizadamente conceptos como mejoramiento animal y vegetal, problemas éticos de la manipulación genética, tecnología del ADN recombinante o Ingeniería Genética). Es decir, el abordaje de esta temática como cuestión sociocientífica fue un desafío, ya que volver enseñables contenidos de carácter controversial en la sociedad actual implica no sólo repensar los currículos a partir de una perspectiva más interdisciplinar y contextualizada, sino también poner en jaque la propia constitución de la sociedad en que vivimos. Estas controversias ponen en el centro de la discusión temáticas polémicas y complejas, que atañen no solamente a aspectos vinculados a la producción del conocimiento, sino también a dimensiones morales, éticas, políticas, sociales, legales, económicas y hasta afectivas.

Una de las dimensiones del conocimiento didáctico del contenido relevantes en la formación de docentes de Ciencias Naturales es la concepción de Ciencia que se desea trabajar. En la propuesta elaborada se sostiene que:

En la sociedad actual, el conocimiento científico-tecnológico constituye uno de los principales factores del cambio social. (...) La formación de ciudadanía en el conocimiento y el análisis crítico de las principales problemáticas científico-tecnológicas contemporáneas, sus procesos de construcción y sus controversias, es uno de los requisitos fundamentales para posibilitar un mayor protagonismo de toda la sociedad en este campo, ampliando el marco de participación democrática. (Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires, 2008, p.83)

El contexto actual de relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad nos plantea nuevos problemas sobre qué enseñar y cómo enseñarla, sobre cómo interesar a los adolescentes en la Biología y cómo promover la formación de un pensamiento crítico, puesto que nuestros objetivos no se reducen a enseñar biología, sino que también incluyen formar ciudadanos y ciudadanas capaces de resolver problemas, y participar en la toma de decisiones. (Jiménez Aleixandre, 2010, p.146)

En tanto, Meinardi (2010) sostiene que:

Enseñar que hay cuestiones en las que los propios investigadores no se ponen de acuerdo es revelar la ciencia como una actividad en constante revisión. Los debates internos, aquéllos que se producen dentro de la comunidad de científicos, contribuirán a reflexionar sobre la forma en que se construye la ciencia y podrán servir, por tanto, para dar cuenta de su naturaleza. Al mismo tiempo, trabajar con los debates externos, los sociocientíficos, contribuirá a comprender que la ciencia es parte de la cultura. Y ambos tipos de debates promoverán la capacidad de usar conocimiento científico en la resolución de problemas que demandan la participación social, entender la naturaleza de la ciencia, incluyendo su relación con la cultura, conocer los riesgos y beneficios, y desarrollar un pensamiento crítico hacia la ciencia y sus expertos. (p.126)

Respecto de la enseñanza de la Biotecnología en particular, a partir de una revisión de investigaciones, Roa y Valbuena (2013) señalan que el conocimiento biotecnológico ha sido poco analizado, así como la selección de contenidos, su enseñanza y evaluación. Sugieren que la enseñanza de dicho conocimiento debería atender a su naturaleza y papel en la sociedad, a fin de que aporte a las decisiones ciudadanas. Es decir, apuntar a lo que Fourez (citado en Furman y Podestá, 2009) denomina Alfabetización Científica en todos los ámbitos educativos, entendiendo que ésta es un proceso que:

... implica que los alumnos conozcan la naturaleza de la ciencia y los fundamentos de cómo se genera el conocimiento científico, y que aprendan no solo conceptos, sino competencias relacionadas con el modo de hacer y pensar de la ciencia que les permitan participar como ciudadanos críticos y responsables en un mundo en el que la ciencia y la tecnología juegan un rol fundamental. (Furman y Podestá, 2009, p.41)

Teniendo en cuenta las concepciones dominantes en las propuestas de Formación Docente, analizadas por Cochran-Smith y Lytle (citados en Cordero, 2012), se considera adecuado enmarcar la secuencia implementada en lo que las autoras definen como *conocimiento en la práctica*, que plantea que el conocimiento fundamental es aquél que los y las docentes



conocen al involucrarse en la práctica y en la reflexión sobre ella. Para dicha concepción la *enseñanza* es un oficio incierto y espontáneo, situado y construido en respuesta a las particularidades de la vida cotidiana en escuelas y aulas; y el *aprendizaje* docente se logra a través de la reflexión consciente y la invención de *conocimiento en acción*, a fin de dar cuenta de las nuevas situaciones, examinándolas intencional e introspectivamente, y conscientemente realizando y articulando lo que es tácito o implícito.

Por otro lado, Justi, Chamizo Guerrero, García Franco y Figueiredo (2011) plantean que:

La formación docente ha adquirido relevancia como uno de los factores más importantes a considerar dentro de cualquier proceso de mejora educativa. La transformación de la noción de aprendizaje, hacia un modelo basado en la perspectiva constructivista, y los cambios curriculares que requieren promover una visión humana de la naturaleza de la ciencia y del trabajo científico presentan un desafío importante para la formación docente. (p.414)

También afirman que diversos estudios identificaron posturas de orientación crítica y reflexiva como las más adecuadas para promover cambios en la práctica docente. Resaltan la importancia de construir conocimiento sobre la práctica reflexionando críticamente sobre la misma. Esto no desmerece la relevancia del conocimiento de los contenidos a enseñar, sino que destaca la necesidad de que cada docente pueda explicar y justificar las decisiones que toma sobre las prácticas y evaluar su relación con los procesos de aprendizajes (Justi et al., 2011).

Al docente se lo forma para practicar la teoría y teorizar la práctica: ésta es la concepción de la práctica como praxis (Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires, 1999). Para Mellado, “la reflexión sobre la práctica interrelacionada con el saber científico y didáctico, como competencia profesional básica, permite profundizar en el conocimiento didáctico del contenido” (citado en Hugo, Sanmartí y Adúriz Bravo, 2013, p.2). El ejercicio metacognitivo debe favorecer la detección de dificultades y sus causas en el desarrollo de la práctica, para luego mejorarla.

Para Sancho, Hernández, Carbonell, Sánchez-Cortés y Simó (citados en Asad y Suárez, 2013) una innovación “es la búsqueda de cambios, que de forma consciente y directa tiene como objeto la mejora del sistema educativo. (...) una innovación no es sólo algo nuevo, sino algo que se mejora y que permite mostrar los resultados de tal mejora” (p.45) y, por ello, se sostiene que la secuencia implementada puede ser considerada una innovación, ya que se trató de una propuesta multidimensional que abarcó distintos aspectos para acceder a una comprensión integral de los Organismos Genéticamente Modificados, y exigió análisis e interpretación de

información, reflexión y toma de postura frente al tema. Esto se alejó de la rutina áulica de las clases de Biología, ya que dejó de lado la repetición de información o conceptos, y exigió un ejercicio metacognitivo mayor que el desarrollado en las prácticas habituales.

### **Antecedentes en la enseñanza de la Biotecnología y los OGM.**

De acuerdo con Occelli (2013a) los conceptos y procedimientos biotecnológicos aparecen en los diseños curriculares actuales de todos los niveles educativos, con gran protagonismo en el nivel secundario.

Sin embargo, Occelli, Malin Vilar y Valeiras (2011) afirman que:

A pesar del tiempo transcurrido desde esas transformaciones curriculares, diversos estudios indican la existencia de deficiencias conceptuales y actitudes negativas de los estudiantes en relación a los procesos biotecnológicos y a los conceptos biológicos que este campo implica. En esta línea se registran investigaciones cuyos resultados indican que existe un desconocimiento generalizado del significado de ‘organismos transgénicos’ por parte de los estudiantes. (p.228)

Más adelante, reconocen que las fuentes que utilizan los/as estudiantes para informarse sobre este tema con frecuencia son los medios de comunicación.

Por otro lado, en la revisión de publicaciones realizada por Roa (citado en Roa y Valbuena, 2013) destaca que:

... en la primera década del siglo XXI han aumentado las publicaciones especializadas sobre las interrelaciones biotecnología-educación, evidenciándose investigaciones y formación académica desde el preescolar hasta la educación superior – desde pregrado hasta doctorado-; se encuentra un marcado interés por la formación ciudadana, sobre todo en los países europeos, con el fin de cambiar percepciones o actitudes negativas-, al igual que para evitar la tensión que se pueda presentar con la sociedad en el consumo de los productos comercializados. (p.163)

Roa y Valbuena (2013) subrayan que la enseñanza de la Biotecnología en la formación de profesores constituye un área de vacancia en las investigaciones. Dichos autores identifican también los inicios de la enseñanza de la Biotecnología en los años ochenta en el Reino Unido y Estados Unidos. Por otro lado, mencionan que las primeras investigaciones apuntaron a conocer el nivel de conciencia de la Biotecnología en las escuelas, y dieron cuenta que si bien muchos profesores conocen sobre el potencial e importancia económica de la Biotecnología, y estaban interesados en la incorporación de aspectos de la misma en su enseñanza, pocos tenían la formación, experiencia o incentivos educativos para formar en sus estudiantes una

conciencia sobre el tema, así como también para incorporar en los planes de estudio las técnicas y los procesos, la subyacente ciencia y el contexto económico de la Biotecnología. Agregan que encontraron evidencia de que la inclusión de palabras tales como: artificial, clonación, terapia génica, ingeniería genética y productos industriales generaban desaprobación (Roa y Valbuena, 2013).

El antecedente para Latinoamérica y España es de 2006, cuentan Roa y Valbuena (2013), con la constitución de la Red Iberoamericana de Educación en Biotecnología Agroalimentaria, BIOEDUCAR, apoyada por CYTED y RedBio/FAO. “Esta tiene como principal objetivo coordinar fortalezas y oportunidades disponibles de educación en biotecnología agroalimentaria en Iberoamérica, para fomentar y facilitar la comunicación entre científicos y sociedad en los campos de las ciencias de la vida” (Roa y Valbuena, 2013, p.162).

Para Occelli (2013b), la ubicación curricular de la Biotecnología en Argentina es poco clara, pero considera necesario tomar como punto de partida la sanción y promulgación de la Ley Federal de Educación N° 24.195 en abril de 1993 y el análisis de las reformas educativas posteriores. Esta investigadora en su tesis de Maestría caracterizó a la enseñanza de la Biotecnología en la escuela secundaria y su abordaje en los libros de texto. Concluyó que se enseñan contenidos vinculados a la ingeniería genética a través de la indagación bibliográfica y se utilizan poco los libros de texto, presentando dichos textos escasos conceptos que se aborden de manera profunda, las imágenes se presentan para decorar y las actividades no se auto-sustentan con la información desarrollada en el texto.

Dawson y Schibeci (citados en Occelli, 2011) “plantean la necesidad de una educación en Biotecnología que incluya aspectos sociales, éticos y políticos, a fin de que los estudiantes elaboren opiniones argumentadas en base a conocimientos científicos” (p.229).

Luego de esta revisión de antecedentes, surge preguntar: **¿Qué estrategias se pueden implementar para abordar una temática compleja y controvertida como los OGM en la formación docente?**

En esta propuesta, se entiende por **Biotecnología** a “toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de sus productos o procesos para usos específicos” (Naciones Unidas, 1992, p.3).

El Diseño Curricular de Biología, Genética y Sociedad de la Educación Secundaria de la Provincia de Buenos Aires define a los Organismos Genéticamente Modificados (OGM) como:

... bacterias, hongos, plantas o animales a los que se les ha introducido uno o más genes extraños por medio de técnicas de ingeniería genética. La modificación

genética se realiza con el objetivo de que estos organismos produzcan proteínas de interés industrial o con el propósito de modificar determinados rasgos, como la resistencia a plagas, la calidad nutricional, la tolerancia a heladas, entre otros. (Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires, 2008, p.96)

El mismo plantea que “la producción y el consumo de OGM han enfrentado a distintos sectores de la sociedad que difieren en su opinión sobre las ventajas y los riesgos de su uso” (Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires, 2008, p.96). Por otro lado, advierte que el problema de la evaluación y control de los OGM es complejo, debido a que existe:

... una notable desproporción entre la enorme masa de investigación, tanto pública como privada, destinada al desarrollo de nuevos OGM y la escasa cantidad de investigaciones independientes que apunten a evaluar el impacto y los riesgos sociales, ambientales y sanitarios de la introducción de estas tecnologías y sus productos. (Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires, 2008, p.97)

## **Objetivos de la propuesta**

### **Objetivo general de la propuesta**

- Abordar la enseñanza de los OGM y cultivo de organismos transgénicos desde una perspectiva integral que involucre aspectos biológicos, sociales, éticos, económicos, políticos, y el análisis reflexivo de la práctica.

### **Objetivos de aprendizaje**

Al finalizar la secuencia didáctica se espera que los/as estudiantes sean capaces de:

- conocer las diferentes dimensiones involucradas en el análisis de la producción de OGM y cultivo de organismos transgénicos: ecológica, evolutiva, económica, social, jurídica y ética, y comprender sus relaciones.
- reconocer la existencia de conflictos de intereses que involucren una multiplicidad de actores en problemáticas tales como el cultivo extensivo de OGM o la producción de alimentos.
- desarrollar un pensamiento autónomo que sustente la toma de posición frente a estas problemáticas, integrando el conocimiento científico-técnico y el sociohistórico en un

marco que incorpore valores tales como la equidad, la justicia, la inclusión social, la sustentabilidad ambiental y la solidaridad con las futuras generaciones.

- analizar diferentes fuentes de información, interpretar la información, tomar posición frente a la misma, desarrollar argumentos y comunicar en forma oral y escrita.
- adquirir estrategias metacognitivas que proporcionen información sobre las tareas aprendidas y el progreso logrado en ellas.
- analizar críticamente materiales periodísticos y textos de divulgación referidos a OGM y participar en debates con opiniones fundadas.

## **METODOLOGÍA**

### **Población con la que se desarrolló la propuesta**

La secuencia didáctica fue implementada en el segundo año del Profesorado de Biología, en la materia Biología y Laboratorio II, que se dicta en el Instituto Superior de Formación Docente N°212, de la ciudad de Ranchos, Provincia de Buenos Aires, Argentina. Las carreras allí se dictan a ciclo cerrado, por lo que se abren dos inscripciones durante dos años seguidos (2014-2015). El 2014 comenzó con una inscripción a primer año de aproximadamente 40 alumnos/as, de los cuales sólo 5 pasaron a segundo año, y la mayoría de cursantes abandonaron la carrera. Las dificultades que se presentaron se vincularon con que, en general, hacía mucho tiempo que habían terminado la escuela secundaria, y las materias que no pudieron aprobar fueron Biología y Laboratorio I y Química y Laboratorio I. Por lo tanto, los/as estudiantes de segundo año fueron 5 en total.

Los conocimientos previos que se esperaba manejaran los/as estudiantes para implementar la secuencia didáctica fueron: la composición química de los seres vivos, moléculas biológicas, ADN y ARN, ciclo celular, replicación del ADN, mitosis y meiosis, flujo de la información genética, síntesis de proteínas y herencia. Los mismos se desarrollaron en la asignatura Biología y Laboratorio II antes de la implementación de la propuesta.

### **Secuencia didáctica implementada**

Para la implementación de la propuesta en el contexto descrito anteriormente se diseñó una secuencia didáctica, entendiendo a ésta como “una hipótesis de trabajo para la enseñanza de contenidos de ciencia orientada a la promoción de aprendizajes para la significación socio-cognitiva” (Astudillo, Rivarosa y Ortiz, 2011, p. 568).

La propuesta intentó abordar una temática controvertida de amplia difusión en los medios, que involucra distintos aspectos, por lo que requiere del análisis de gran cantidad de fuentes de información, reflexión sobre la misma y, cuyo mayor desafío era la toma de posición frente al tema. Aun cuando esto no se pudiera lograr, se esperaba que los/as estudiantes conocieran las distintas dimensiones del tema y las diversas voces involucradas.

Para la planificación de la secuencia didáctica se seleccionaron estrategias didácticas que permitieran alcanzar los objetivos propuestos. Abordar la enseñanza de los Organismos Genéticamente Modificados como una cuestión sociocientífica permite trabajar desde una

perspectiva integral que involucra aspectos biológicos, sociales, éticos, económicos, políticos, y posibilita reconocer la existencia de conflictos de intereses que implican una multiplicidad de actores en problemáticas asociadas al tema. Para ello es necesario analizar diferentes fuentes de información, interpretar la información, tomar posición frente a la misma, desarrollar argumentos y comunicar en forma oral y escrita. Carlino (2005) considera importantes las actividades de lectura y escritura durante el proceso de formación. Aconseja hacerse cargo de la lectura y escritura de cada materia, ya que “contribuye al aprendizaje de los conceptos de nuestra asignatura” (Carlino, 2005, p.24). En tanto, Álvarez (2009) sostiene que “gracias a su poder epistémico, es decir, a su capacidad de generar aprendizaje, la escritura es un instrumento valioso para incorporar información y para transformar la estructura conceptual de quien escribe” (p.22). Si cada una de las asignaturas se ocupara de proponer actividades de lectura y escritura, que permitieran inferir, sacar conclusiones, argumentar, registrar, describir, sintetizar, donde hubiera producción propia (no copias textuales) se “entrenaría” a los alumnos en esa habilidad comunicativa. Por su parte, las imágenes presentan la información de una manera holística, integral, globalizada, como un todo distinto y superior que la suma de las partes que lo componen; las imágenes inducen a la generalización, y provocan un alto impacto emocional (Anijovich y Mora, 2010). En tanto con la formulación de “buenas preguntas” se intenta promover el desarrollo de competencias de comunicación para cada uno de los/as estudiantes, contribuir a que establezcan relaciones entre diferentes conceptos, focalizar en alguna habilidad de pensamiento junto con el contenido disciplinar, estimular la revisión y corrección de errores, estimular el pensamiento crítico y la producción de ideas, en lugar de la repetición de memoria o de respuestas únicas, y permitir la expresión de diversidad de respuestas (Anijovich y Mora, 2010). “En las actividades de debate se favorece el uso de razones a favor y en contra, se implican valores y actitudes y se toman decisiones” (España y Prieto, 2009, p.350). Los debates colocan:

... a los estudiantes ante la necesidad de incorporar argumentos provenientes de diferentes sectores. (...) Para resolver la situación será necesario escuchar diversas ideas, dialogar con ellas, argumentar y contra argumentar. En este proceso se aprende a ser más tolerante, se amplían las miradas y se ponen en juego diversos conceptos. (Occelli, 2013a, p.13)

Para adquirir estrategias metacognitivas que les proporcionaran información sobre la tarea aprendida y el progreso logrado en ellas se fomentaron las actividades de autoevaluación y reflexión a través de las rúbricas y armado de portafolios.

## **Desarrollo de la secuencia didáctica**

La secuencia didáctica se desarrolló durante 6 clases de 2 y 3 módulos cada una (1 módulo equivale a 1 hora reloj), y luego se destinaron 2 clases más para la reflexión a través de autoevaluaciones, evaluación del portafolio y de la secuencia didáctica implementada.

### **Momentos de la secuencia implementada**

#### **Clase N°1**

*Primer momento. Indagación de ideas previas.* Se presentó una fuente de tomates. Luego se preguntó a los/as estudiantes si los comerían.

Luego se detallaron las propiedades de ese tomate<sup>1</sup> (dura 25 días, mantiene su color rojo sin ponerlo en la heladera, contiene más vitaminas, como betacarotenos y sustancias como el licopeno de potenciales acciones en oncología).

A continuación, se les dijo que se trataba de un OGM. Nuevamente se les preguntó si los comerían y por qué. Finalmente se preguntó:

¿Has utilizado o consumido algún producto transgénico (o un derivado) en tu vida cotidiana? ¿cuál/es? (Esta pregunta está orientada a evidenciar que consumimos frecuentemente derivados de maíz o soja en los alimentos o medicamentos, o utilizamos algodón en la ropa, etc.).

Todas las actividades se registraron por escrito y las conclusiones se expusieron en plenario. (60 minutos)

*Segundo momento.* Exposición oral de la docente sobre Biotecnología. (80 minutos)

*Tercer momento. Socialización de tarea domiciliaria.* Se propuso realizar un relevamiento de productos en un supermercado y registrar aquello que fueran organismos transgénicos o que contuvieran sus derivados. Para ello, los/as estudiantes debían confeccionar al menos tres preguntas que guiaran su investigación. Finalmente elaboraron conclusiones sobre lo observado. (40 minutos)

*Tiempo de desarrollo de la clase:* 3 módulos

---

<sup>1</sup> Adaptado de Díaz (2005, p.114).



## Clase N°2

*Primer momento. Socialización de resultados de la tarea domiciliaria.* Al inicio de la clase se realizó la exposición de los resultados del trabajo de campo. (60 minutos)

*Segundo momento. Indagación de ideas previas.* Los alimentos transgénicos ¿deberían etiquetarse? ¿Por qué sí o por qué no? Fundamentar. (20 minutos)

*Tercer momento.* Se analizaron los requisitos que debe cumplir un OGM para ser introducido en la naturaleza y para la alimentación. Incluyendo el análisis de reglamentaciones y leyes. Se proveyó de distintos materiales de lectura (Anexo I) para analizar y se propuso la búsqueda de información en la web. Finalizada la actividad, se realizó nuevamente una puesta en común, rescatando las distintas ideas e información obtenida. (60 minutos)

*Cuarto momento.* A partir del análisis de todo lo trabajado hasta aquí, los/as estudiantes debieron elaborar una carta argumentativa sobre los OGM como productos alimenticios que incluyera aspectos ecológicos, éticos, sociales, económicos, que contemplara conflictos de intereses. Esta carta debía ser orientada a “convencer” a un/a lector/a sobre su postura acerca de si los transgénicos pueden incluirse o no en la alimentación. (40 minutos)

*Tiempo de desarrollo de la clase:* 3 módulos

## Clase N°3

*Primer momento.* Al inicio de la clase se realizó la exposición de las cartas argumentativas y se elaboró una síntesis de los principales aspectos destacados por los/as estudiantes. (40 minutos)

*Segundo momento.* Se observaron imágenes controvertidas (ver página 28, Figura 2) sobre OGM. Se discutió sobre la finalidad de crear un OGM. Se expusieron las opiniones de cada estudiante en plenario y la docente realizó una síntesis de las distintas ideas expuestas. (80 minutos)

*Tiempo de desarrollo de la clase:* 2 módulos

#### **Clase N°4**

Se leyó en grupo un texto polémico<sup>2</sup> (Anexo II) sobre una experimentación en animales que consistió en alimentar a un grupo de ratas con papas que se habían modificado genéticamente. Al poco tiempo se encontró que los animales presentaban daños en el sistema digestivo, alteraciones en el sistema inmunológico y un retardo en el crecimiento. Los resultados de este estudio se revelaron en los medios de comunicación antes de ser sometidos al examen de la comunidad científica. Se generó un gran debate entre científicos, empresarios y organismos no gubernamentales (ONG). A partir del análisis del texto se respondieron preguntas acerca de cómo funciona la comunidad científica, cómo se valida un nuevo conocimiento, sobre la responsabilidad ética de los/as investigadores/as y el rol de los medios de comunicación en la divulgación de temas científicos. Se realizó una puesta en común. (120 minutos)

*Tiempo de desarrollo de la clase: 2 módulos*

#### **Clase N°5**

*Primer momento. Debate: ¿Transgénicos sí o no?* Se debatió sobre la continuidad o prohibición de los transgénicos en la agricultura. La clase se dividió por sorteo en dos grupos: uno a favor de los transgénicos y otro en contra. La docente ofició de moderadora. Los grupos tuvieron que buscar información y documentación al respecto. (95 minutos)

*Segundo momento. Tarea individual:* cada estudiante escribió un breve informe con las cuatro razones que les parecieron más convincentes a favor del uso de transgénicos y las cuatro más convincentes en contra. (25 minutos)

*Tiempo de desarrollo de la clase: 2 módulos*

#### **Clase N°6**

Los/as estudiantes elaboraron una clase para trabajar el tema OGM en 4to año de la Educación Secundaria. La secuencia de actividades debía contemplar un inicio, un desarrollo y un cierre de la misma. La selección del material didáctico no debía ser (en lo posible) tendencioso, para que los/as estudiantes y sus futuros/as alumnos/as, pudieran tomar su propia postura sobre el tema. Se realizaron las correcciones y observaciones pertinentes, y se brindó una segunda instancia de corrección. (120 minutos)

*Tiempo de desarrollo de la clase: 2 módulos para la presentación de las propuestas*

---

<sup>2</sup> Extraído de Curtis, Barnes, Schnek y Massarini (2008, p. 289).

## **Evaluación**

La evaluación sumativa y formativa de la propuesta y aprendizajes de los/as estudiantes consistió en el análisis cualitativo de los argumentos y las producciones de los/as alumnos/as a través del diseño de matrices de evaluación, una evaluación de los/as estudiantes respecto de la propuesta, y una autoevaluación de los avances a través del armado de portafolios y rúbricas.

Los criterios para la evaluación del aprendizaje fueron interpretación de información y consignas, manejo de conceptos, uso apropiado del lenguaje, comunicación, presentación, toma de decisiones fundamentadas, argumentación, reflexión crítica, etc.

La evaluación diagnóstica se instrumentó al inicio de algunas actividades para obtener información de la situación inicial. Luego del desarrollo de todas las actividades, diariamente se realizó una evaluación del desempeño de los/as estudiantes y sus producciones mediante la rúbrica de evaluación, cuyos criterios fueron socializados y conocidos por todos/as. “Las rúbricas son matrices de verificación que evalúan desempeño y aprendizajes situados. Buscan evaluar el aprendizaje de conceptos, procedimientos, estrategias y actitudes” (Puebla, Yrazola y Mercadal, 2012, p.98).

La rúbrica utilizada para evaluar clase a clase (excepto para el debate) se presenta a continuación (Tabla 1):

## Rúbrica de evaluación

Esta rúbrica es un instrumento diseñado para evaluar individualmente a los/as estudiantes, facilitar la corrección y explicitar los criterios de evaluación, de manera de disminuir la subjetividad.

Tabla 1. *Rúbrica de evaluación individual para cada clase.*

<b>Criterio</b>	<b>Muy bueno</b>	<b>Bueno</b>	<b>Regular</b>	<b>Requiere mejoras</b>
<b>Comprensión de la consigna</b>	Interpreta consignas y tiene total independencia con respecto a la docente.	Interpreta la mayoría de las consignas.	Tiene dificultad para interpretar algunas consignas y requiere ayuda.	Tiene dificultad para interpretar consignas y requiere de ayuda de la docente.
<b>Vocabulario</b>	El vocabulario es apropiado y correcto. Utiliza adecuadamente los términos enlazando los conceptos necesarios para dar respuesta a las consignas.	El vocabulario es apropiado y correcto, aunque en ocasiones no está encadenado en forma adecuada.	El vocabulario es insuficiente y confuso.	No se utiliza el vocabulario correcto.
<b>Comprensión de contenidos trabajados</b>	Elabora respuestas a partir de los conocimientos abordados en forma coherente y utilizando el lenguaje propio del área en forma autónoma. Analiza y reconoce las distintas dimensiones involucradas en la producción y cultivos transgénicos. Toma posición frente al tema.	Elabora respuestas a partir de los conocimientos abordados en forma coherente y el lenguaje propio del área, pero con ayuda de la docente. Analiza las distintas dimensiones involucradas en la producción y cultivos transgénicos. Le cuesta tomar posición frente al tema.	Con ayuda transcribe respuestas sin utilizar sus propias palabras. Analiza la información, pero no reconoce la totalidad de las distintas dimensiones involucradas en la producción y cultivos transgénicos, sino que requiere ayuda y explicaciones adicionales.	No elabora respuestas. No analiza ni reconoce las distintas dimensiones involucradas en la producción y cultivos transgénicos.

La rúbrica que permitió evaluar el desempeño de los/as estudiantes en el debate sobre la continuidad o no de la agricultura transgénica se presenta a continuación:

### Rúbrica para el debate de la Actividad N° 5

La rúbrica se presentó y analizó después de la socialización de la consigna sobre la actividad de debate. La evaluación fue grupal. La idea fue ofrecer una retroalimentación, es decir, una devolución sobre los aspectos valorados y reflexionar sobre cómo se podría mejorar a futuro su desempeño.

Tabla 2. *Rúbrica de evaluación individual para el debate.*

<b>Criterios a evaluar</b>	<b>Muy bueno</b>	<b>Bueno</b>	<b>Regular</b>	<b>Insuficiente</b>
<b>Búsqueda, organización y fuentes de información</b>	La búsqueda posee gran variedad de fuentes de información y está muy bien organizada. Las fuentes son muy confiables y se citan correctamente.	La búsqueda posee variedad de fuentes de información y está bien organizada. Las fuentes son confiables y se citan correctamente.	La búsqueda posee pocas fuentes de información y no está muy bien organizada. Las fuentes son poco confiables y no se citan adecuadamente.	No hay variedad de fuentes y la información no está organizada. Las fuentes no son confiables y no se citan.
<b>Presentación de los argumentos por escrito</b>	La presentación se realiza en tiempo y forma respetando el formato pedido.	La presentación fue en tiempo y forma, pero no respeta completamente el formato pedido.	La presentación fue después de lo acordado.	La presentación no fue entregada.
<b>Trabajo grupal</b>	El trabajo grupal se realizó de manera responsable, y con una actitud colaborativa y positiva.	El trabajo grupal se realizó de manera responsable y colaborativa.	El trabajo grupal se realizó de manera poco responsable y colaborativa.	El trabajo grupal se realizó de manera no responsable.
<b>Debate, argumentación e intercambio de opiniones</b>	Se debate en forma crítica-responsable y se argumenta de manera coherente y	Se discute en forma crítica y responsable. Se argumenta de manera coherente y	Se discute de manera poco crítica y responsable. Se argumenta de manera	No opina. No posee argumentos ni demuestra dominio del material.

	muy convincente, sustentada en los contenidos científicos abordados, atrayendo la atención del oyente. El equipo demuestra total dominio del material seleccionado.	convincente. El equipo demuestra dominio parcial del material seleccionado.	escasa y poco convincente. Demuestra poco dominio del material seleccionado.	
--	---	---	--	--

En relación con los portafolios, éstos constituyen una colección ordenada de producciones que se fueron elaborando y organizando en el proceso de aprendizaje (Litwin, 2008). Proveen información valiosa sobre el proceso de aprendizaje, tanto para el/la estudiante como para el/la docente, y no es sólo una forma de evaluación del aprendizaje, sino un instrumento de reflexión de la propia práctica docente (Puebla et al., 2012). Además, promueven la autonomía de los/as estudiantes, la integración de los contenidos conceptuales con los de otro tipo, orientan el desarrollo de procesos metacognitivos, permiten al alumno/a responsabilizarse de su aprendizaje, realizar un análisis profundo acerca de su proceso y a el/la docente obtener una visión más amplia y minuciosa de lo que el alumno/a sabe y puede hacer.

Finalizada la secuencia didáctica, cada estudiante armó su portafolio de actividades, se analizó el progreso de los mismos y se discutió acerca de la importancia de este instrumento de evaluación (Figura 1).

## Evaluación del Portafolios

### Autoevaluación <sup>3</sup>

a) Te propongo que, en un espacio de trabajo individual, habiendo hecho un recorrido de las lecturas y actividades propuestas en la secuencia didáctica, revisando los borradores con sus diferentes versiones y la rúbrica de autoevaluación, elabores una reflexión y sintetices lo que consideras que han sido tus **aprendizajes más importantes** atendiendo a tu desempeño actual y futuro en ámbitos vinculados con la educación.

Tené en cuenta los siguientes aspectos orientadores:

- Aprendizajes.
- Trabajo individual y grupal.
- Responsabilidad en el armado en el portafolio: recopilación de evidencias, realización y selección de trabajos.
- Expectativas frente a la estrategia del portafolio.
- Fortalezas y debilidades. Dificultades.
- Tiempo dedicado.
- Estrategias de enseñanza y evaluación mediante rúbricas.
- y todo lo que consideres necesario evaluar.

b) Elabora otro texto argumentativo teniendo en cuenta las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles fueron las actividades más interesantes? ¿Por qué?
- Según tu mirada ¿cuál fue la relevancia de los temas abordados en la secuencia didáctica?
- Las actividades propuestas ¿generaron tu interés?
- ¿Considera que el portafolios podría asumirse como un aspecto importante de la evaluación integral del estudiante? ¿Favorece un mayor desarrollo dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje?
- La secuencia didáctica desarrollada ¿cambió las prácticas habituales de la clase? Explica

Figura1. Autoevaluación del portafolios.

El portafolios fue evaluado por la docente con el instrumento presentado a continuación (Tabla 3).

<sup>3</sup> Adaptado del Seminario “La Evaluación y sus nuevos significados en la enseñanza”. Dra. Silvina Larripa. Especialización en Educación en Ciencias Exactas y Naturales. Fa.H.C.E. U.N.L.P. 2014.

**La propuesta general para la evaluación del portafolios es la que sigue:**

Tabla 3. *Instrumento de evaluación del portafolios.*

CRITERIOS	PUNTUACIÓN
Los materiales presentan la razón para su inclusión	0—2—4—6—8—10
El portafolios está organizado y es coherente	0—2—4—6—8—10
Demuestra comprensión y un análisis crítico de los materiales que presenta	0—2—4—6—8—10
Muestra síntesis dentro de los aspectos que contempla	0—2—4—6—8—10
Evidencia un desarrollo dentro de la(s) competencia(s) elegida(s)	0—2—4—6—8—10
Muestra reflexión sobre su rol y competencia	0—2—4—6—8—10
Evidencia reflexión sobre los contenidos temáticos	0—2—4—6—8—10
Entrega a tiempo	0—2—4—6—8—10

Extraído de Pulido Tirado, G. (2008). *Enseñanza-aprendizaje y evaluación formativa: el portafolios del estudiante en el Área de Conocimiento de “Teoría de la Literatura y Literatura Comparada”*. Área de Teoría de la Literatura y Literatura Comparada. Departamento de Lenguas y Culturas Mediterráneas. Jaén, España: Universidad de Jaén. pp. 5.



Además, se realizó una actividad de autoevaluación de los/as estudiantes con la siguiente grilla:

Tabla 4. *Grilla de autoevaluación de los/as estudiantes.*

Valoración Criterio	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Regular	Insuficiente	Comentarios
Entiendo qué es un OGM.						
Resuelvo las consignas de trabajo.						
Relaciono el marco teórico con las actividades propuestas.						
Detecto las problemáticas relacionadas con la producción de OGM y cultivos transgénicos.						
Reconozco los conflictos de intereses vinculados con la producción de transgénicos.						
Distingo en el rol de los medios de comunicación en la divulgación de la Ciencia.						
Entiendo a la Ciencia como producto y como proceso.						
Detecto qué estoy aprendiendo (Especificar).						
Detecto cómo estoy aprendiendo (Especificar).						
Analizo e interpreto información.						
Intercambio opiniones y escucho.						
Debato y argumento.						

Por último, los/as estudiantes analizaron la secuencia didáctica desarrollada y la evaluaron a través de una rúbrica (Tabla 5).

## Rúbrica de evaluación de la propuesta por los/as estudiantes <sup>4</sup>

Tabla 5. Rúbrica de evaluación de la propuesta didáctica por los/as estudiantes.

Aspectos a evaluar	Destacado	Logrado	Parcialmente logrado	No logrado
<b>Desarrollo de los contenidos</b>	Se adecua al nivel. La propuesta muestra una planificación trabajada que da una adecuación lógica y clara. <input type="checkbox"/>	Se adecua al nivel. La organización es adecuada y las clases están relacionadas entre sí. <input type="checkbox"/>	Las distintas clases tienen contenidos, pero no hay relación ni transición lógica entre ellos. <input type="checkbox"/>	Confuso, incompleto, sin una dirección clara. <input type="checkbox"/>
<b>Actividades propuestas</b>	Las actividades se enfocan en un aprendizaje constructivo y cooperativo. Las consignas son pertinentes a los contenidos. Se ajustan a los tiempos establecidos. Su resolución propicia nuevas instancias de reflexión, análisis y aprendizaje de conceptos. <input type="checkbox"/>	Las actividades promueven el intercambio de ideas, pero no a la cooperación. Se ajustan con el nivel y el tiempo establecido para su resolución. Las consignas muestran relación con respecto a la complejidad y aplicación de conceptos. <input type="checkbox"/>	Las actividades promueven el aprendizaje individual. Las consignas son similares en todas las clases. <input type="checkbox"/>	Las actividades que se plantean llevan a la competitividad. Las consignas no guardan relación con respecto a la complejidad y aplicación de conceptos. <input type="checkbox"/>
<b>Desarrollo de habilidades cognitivas</b>	La secuencia estimula la búsqueda, selección y organización e interpretación de información, observación y análisis de datos. Promueve la argumentación, reflexión y metacognición. <input type="checkbox"/>	La secuencia estimula la búsqueda, selección e interpretación de información, observación y análisis de datos. Promueve la argumentación. <input type="checkbox"/>	La secuencia estimula la búsqueda, selección e interpretación de información. <input type="checkbox"/>	No se brindan instancias de desarrollo de habilidades cognitivas. El alumno dispone de información acabada que debe aplicar en la resolución de las consignas. <input type="checkbox"/>

<sup>4</sup> Adaptado del Seminario “La Evaluación y sus nuevos significados en la enseñanza”. Dra. Silvina Larripa. Especialización en Educación en Ciencias Exactas y Naturales. Fa.H.C.E. U.N.L.P. 2014.

### **Análisis de la información obtenida**

La información fue recogida a partir del registro de audios y la recopilación de las producciones elaboradas por los/as estudiantes. Se realizó un análisis cualitativo de las producciones de los/as estudiantes, del desempeño docente y de la eficacia de la propuesta didáctica.

---

## RESULTADOS

### Análisis de los resultados

#### Clase N°1

**Primer momento:** la primera actividad de la Secuencia Didáctica presentada se realizó con el objetivo de indagar ideas previas. Como se mencionó más arriba, se presentó una fuente con tomates de muy buen aspecto y color y se preguntó si los comerían. Luego se leyeron las propiedades de los mismos: duran 25 días, mantiene su color rojo sin ponerlos en la heladera, contienen más vitaminas, como betacarotenos y sustancias como el licopeno de potenciales acciones en oncología. Nuevamente se preguntó si los comerían. Posteriormente, se les dijo a los/as estudiantes que era un Organismo Genéticamente Modificado (OGM) y se les preguntó si los comerían. Finalmente, se les preguntó si alguna vez habían consumido o utilizado algún producto transgénico o derivado en su vida cotidiana. Todas las actividades se registraron por escrito y las conclusiones se expusieron en plenario. Hasta ese momento los/as estudiantes no sabían que se iba a abordar el tema Biotecnología y que se enfocaría específicamente en Organismos Genéticamente Modificados.

**Segundo momento:** con el fin de aclarar el tema se realizó una exposición teórica con el apoyo de un *Power Point* en el que se explicó qué es la Biotecnología, diferencias entre la Tradicional y la Moderna, contextualización histórica, concepto de OGM, ejemplos, avances y usos potenciales. Como tarea domiciliaria se les asignó una actividad de campo en la que debían realizar un relevamiento en un supermercado y registrar productos que contuvieran organismos transgénicos o sus derivados. Para ello, debieron confeccionar al menos tres preguntas que guiaran la investigación y elaborar conclusiones sobre lo observado. La exposición oral de la docente aportó a orientar la búsqueda en el supermercado. Hasta aquí consistió el desarrollo de la clase N°1.

Respuestas:

**Primer momento:** se presentaron los tomates y cuatro de los/as estudiantes dijeron que los comerían porque parecían estar en buen estado (Alexis, Elida, Macarena, Giselle). Uno de ellos dijo que no los comería porque desconocía su origen (Iván). Cuando se leyeron las propiedades que presentan los tomates, cuatro de ellos coincidieron en que los comerían

(Alexis, Elida, Macarena, Giselle) y uno de ellos continuó pensando que no, por las mismas razones (Iván).

Luego se preguntó si conocían o habían utilizado algún producto transgénico, algunos/as dijeron que sabían que había, pero no conocían ninguno porque es difícil distinguir entre uno transgénico y uno natural. Uno de ellos dijo que utilizaba la insulina y otros reconocieron el chocolate (cacao), banana, tomate, maíz, soja y sorgo. A medida que surgían dudas sobre si algunos productos mencionados eran o no transgénicos (o contenían derivados) se iba buscando en internet y se socializaba la información. Desde el rol docente, se fueron rescatando los argumentos y ejemplos dados por los/as estudiantes y se los ponía en discusión. Además, se observaron envases que se encontraban en el laboratorio y se analizaron las etiquetas de algunos productos que estaban consumiendo en clase.

**Segundo momento:** la exposición oral sobre Biotecnología mostró sus inicios, su historia, diferencias entre Tradicional y Moderna, concepto de Ingeniería Genética y OGM, productos y potencialidades. Durante el diálogo pudieron reconocer algunos de sus productos, es decir, pudieron determinar que no era un tema desconocido como aparentaba ser al inicio de la secuencia. La exposición sirvió para guiar la búsqueda durante el trabajo de campo.

Para el trabajo de campo debían elaborar al menos tres “buenas preguntas” (estrategia trabajada en Espacio de la Práctica II) que guiaran su investigación. Todos/as ellos/as debieron reformular algunas de sus preguntas – y guardar los borradores para el portafolio - debido a que no podían ser respondidas durante el trabajo de campo, por ejemplo, ¿Qué son los transgénicos? ¿Son saludables para el organismo?

Algunas de las preguntas formuladas fueron:

“¿Cuáles de los productos que consumo habitualmente posee algún transgénico o derivado? ¿Todas las bebidas que consumo poseen algún transgénico o derivado? ¿Los productos especifican en sus etiquetas el contenido de transgénico y/o derivados?” (Giselle, clase 1).

“¿Existe una identificación de los productos transgénicos? ¿Se les informa a los comerciantes sobre los productos transgénicos?” (Elida, clase 1).

“¿Cómo distingo en los alimentos envasados si son OGM? ¿Son distinguidos algunos de los productos OGM con la etiqueta descriptiva como tales? ¿Los alimentos encontrados son consumidos diariamente?” (Alexis, clase 1).

“¿Cuáles de los productos encontrados en la góndola utilizados habitualmente son transgénicos? ¿Qué información puedo obtener de las etiquetas de los productos derivados antes encontrados?” (Macarena, clase 1).

“¿Qué productos envasados pueden ser transgénicos o derivados de éstos? ¿Cuáles productos mayormente son de consumo habitual? ¿Qué productos contienen mayor cantidad de transgénicos?” (Iván, clase 1).

Dos de las estudiantes armaron una lista de productos y fueron al supermercado a comprobar si sus etiquetas tenían o no información (Giselle y Elida). Otros, en cambio, fueron al supermercado a revisar la información de distintos productos sin lista previa (Alexis y Macarena). El último examinó en su propio mini mercado cuántos productos eran transgénicos o contenían algún derivado (Iván).

## **Clase N° 2**

**Primer momento:** la clase comenzó con la exposición de los resultados del relevamiento de productos en el supermercado y las conclusiones a las que llegaron. Todos coincidieron en que la mayoría de los productos que se consumen son transgénicos o contienen derivados y ninguno de ellos tiene una etiqueta que lo informe, aunque en algunos ejemplos presentados no quedaba claro si eran OGM o eran producto del mejoramiento tradicional, como en el caso de algunas frutas y verduras. A medida que los/as estudiantes fueron citando ejemplos se indagó si conocían cuál era la modificación genética de ese producto, como en el caso de aquellos que tenían derivados de maíz en sus ingredientes, pero desconocían específicamente cuál era, aunque argumentaban que en el caso de frutas y verduras tiene que ver con el mejoramiento del aspecto, la maduración, el gusto, el tamaño o el valor nutritivo. Se insistió en preguntar si conocían la diferencia entre el mejoramiento tradicional y un transgénico y pudieron explicitar las diferencias. Lo que no pudieron fue reconocer a simple vista uno de otro, por lo que se concluyó que se necesitaba buscar más información para diferenciarlos. Macarena comentó que no se hacen controles de calidad (o no saben si se hacen) en los productos y que el consumidor prefiere lo orgánico. Giselle intervino diciendo que la gente no sabe cuándo compra si es transgénico o no, a lo que Iván agregó que los productos están pensados para la venta masiva. Se preguntó si sabían cómo se cultiva la soja. Macarena (quien vive en el campo) explicó detalladamente el proceso de siembra y cuidados del cultivo, destacando que se utiliza mucha agua y fertilizantes, y la planta consume muchos nutrientes

del suelo. Además, acotó que el problema es el herbicida que se usa porque es muy tóxico, de hecho, “no se puede echar animales a consumir el rastrojo luego de levantada la cosecha”.

**Segundo momento:** para vincular los resultados con la información que brindaban los productos en sus etiquetas se planteó a los/as estudiantes la siguiente pregunta:

“Los alimentos transgénicos ¿deberían etiquetarse? ¿Por qué sí o por qué no? Fundamentar”.

Las respuestas fueron:

“Para mí estaría bien para que cada persona sepa lo que consume y sepa elegir” (Macarena, clase 2).

“Sí, (deberían etiquetarse) porque las personas tienen derecho a conocer el producto que consume y elegir si consume transgénicos o no, ya sea por cuestiones ideológicas o no” (Giselle, clase 2).

“Para mí no, ya que como se conocen muchos alimentos transgénicos, aunque no sean etiquetados como tales, no han afectado al organismo de los que lo ingieren hasta el momento” (Alexis, clase 2).

“Sí, un primer motivo el sabor, puede ser que cambie el sabor. Un segundo motivo, sería en caso de salud, algún aditivo que posee el producto transgénico puede causarle daño a la persona. Tercer motivo por derecho del cliente a saber qué consume”. (Elida, clase 2)

“Sí, porque un transgénico es necesario etiquetarlo ya que puede ser un producto que puede afectar la salud de una persona y, desde mi opinión los transgénicos son probados para (que) el producto concuerde con calidad, producción, etc. Pero no tanto por la persona que lo consume”. (Iván, clase 2)

Finalizada la actividad se realizó una puesta en común exponiendo las diferentes ideas previas y realizando una contrastación entre las relevadas y las discutidas hasta este momento.

**Tercer momento:** se buscó y analizó información oficial sobre el tema intentando determinar los requisitos que debe cumplir un OGM para ser introducido en la naturaleza y para la alimentación, incluyendo el análisis de reglamentaciones y legislación nacional. Se proveyó de distintos materiales de lectura (Anexo I) para analizar y se fomentó la búsqueda de información en la web. El objetivo era que los/as estudiantes vincularan los requisitos con el

etiquetamiento de los productos, es decir, si en principio los OGM deben ser inocuos analizar por qué ello debería especificarse en las etiquetas.

**Cuarto momento:** para finalizar e integrar todo lo trabajado hasta este momento debieron elaborar una carta argumentativa (u otro tipo de texto) sobre los OGM como productos alimenticios que incluyera aspectos ecológicos, éticos, sociales, económicos, que contemplara conflictos de intereses, como si tuvieran que convencer a un lector sobre su postura acerca de incluir transgénicos en la alimentación o no. De esta manera se fomentó la argumentación y la toma de postura frente al tema.

### Clase N°3

**Primer momento:** se leyeron los textos argumentativos elaborados por los/as estudiantes.

Se destacan los siguientes comentarios:

“(...) estamos interfiriendo en la naturaleza. Es difícil medir en la actualidad la amplitud de las consecuencias que se derivan de la utilización de OGM sobre el medio natural. Además, tenemos que identificar que estos productos utilizados como el Glifosato un agrotóxico que es cancerígeno, provoca infertilidad y tantas otras enfermedades en los seres humanos. Asimismo, una planta transgénica puede transmitir sus nuevos genes a otra planta, sea de la misma especie o de otra especie, es lo que algunos llaman "contaminación genética". La utilización de plantas transgénicas pone en evidencia el problema de la irreversibilidad de ciertas modificaciones. Estos productos hoy en día solo se saben que son indirectamente malos no de manera directa, pero hoy en día abastecen a la mayoría de la población, mi opinión es que no sean utilizados hasta que sean directa como indirectamente buenos. Pero ¿cómo parar a un gran mercado económico?”. (Iván, clase 2)

“(...) considero que utilizando las semillas de forma responsable son mayores las ventajas que las contras de los OGM. No incluir en la lista de inconvenientes el uso del glifosato, ya que iría incluido como una de las cosas que considero que están aparte del uso de OGM. A pesar de que las semillas poseen resistencia al glifosato, considero que el uso del mismo va más allá de la producción y consumo de OGM, ya que se utiliza en otros sectores donde no se cultivan OGM.



Considero importante estudiar cada evento por separado, ya que no todos poseen las mismas características.

En cuanto a las leyes y aprobaciones, considero implementar el uso de etiquetas que especifiquen cuando un producto es transgénico o un derivado de éste, ya que los derechos del consumidor no deben dejarse de lado.

Aumentar el control del uso de pesticidas cuando se trate de OGM resistentes al glifosato, así evitar el monopolio de semillas”. (Giselle, clase 2)

“Mi postura es SI a los productos genéticamente modificados ya que gracias a ellos podemos consumir cualquier tipo de alimento y a un precio razonable para la población. Aunque tiene muchas cosas negativas es necesaria su existencia para una mejor consumición y comercialización”. (Macarena, clase 2)

“(…) estos productos (OGM) no presentan hasta ahora ningún cierto grado de riesgos para nuestro organismo, gracias a que estos son controlados rigurosamente por varios comités. (...) éstos presentan el problema de los naturistas, que consumen productos de origen natural, esto se debe a que he hecho un relevamiento de productos OGM o derivados del mismo y ningún envase tenía una etiqueta que distinga al mismo como OGM. Esto va a [no se entiende] a los derechos de las personas, no solo en el caso de un naturista, puede también haber un caso de personas que por cuestión de gustos no confían en estos tipos de productos. Pensando, de cierto modo, estos productos y sus derivados son los que consumimos a diario (...) no son productos malos para el ser humano, lo que es malo son los tóxicos que utilizan en su producción, como herbicidas glifosato y otros tóxicos que son muy riesgosos al contacto e inhalación del ser humano, pero eso es otro tema más complejo”. (Alexis, clase 2)

“Desde mi punto de vista, sí consumiría transgénicos, puesto que de hecho se consumen sin saber cuáles son esos productos y, sin embargo, existe una amplia variedad de ellos que los estamos consumiendo y no existen aún denuncias que han perjudicado la salud del humano. Así mismo introduciría alguna reforma como ser la rotulación de los productos y una perfecta identificación que diga Producto Transgénico”. (Elida, clase 2)

**Segundo momento:** en la se trabajó a través del uso crítico de las imágenes como estrategia de enseñanza. Se presentaron las imágenes<sup>5</sup> mostradas en la Figura 1 en *Power Point* y se les solicitó que dieran su opinión:

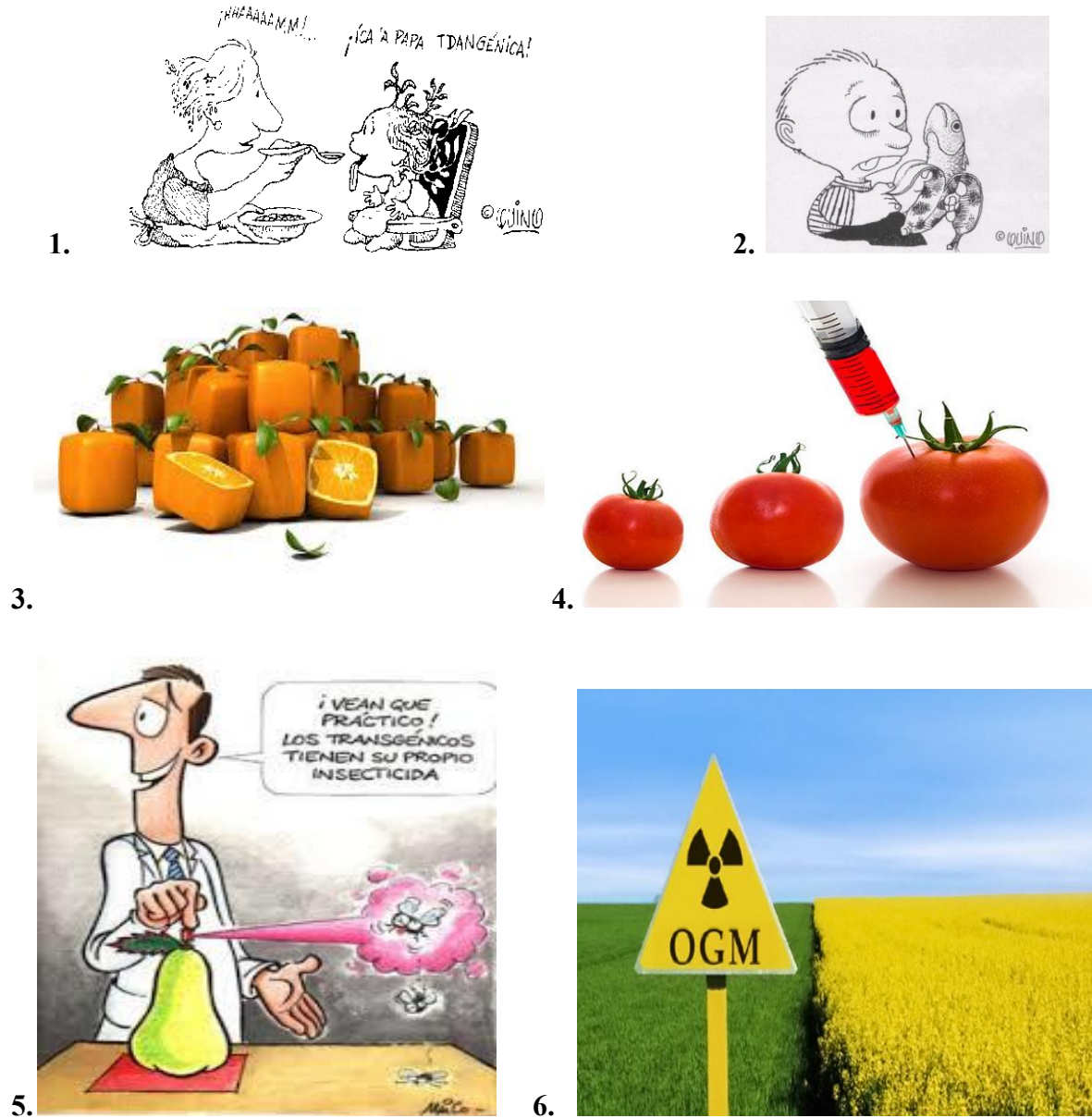


Figura 2. Imágenes controvertidas sobre OGM.

<sup>5</sup> Figuras 1 y 2 tomadas de [www.porquebiotecnologia.com.ar](http://www.porquebiotecnologia.com.ar) ; Figuras 3, 4, 5 y 6 extraídas de Google Imágenes.

---

Algunos comentarios que surgieron fueron los siguientes:

“Las ilustraciones que se observan son muy exageradas... no creo que sea así y que no vaya a ser nunca. No es coherente lo que sucede en las imágenes. Yo no lo tomo como humor sino como si sería una crítica de manera oculta o como para descubrir lo negativo que contienen los productos transgénicos”. (Macarena, clase 3)

“(...) muestran algunas, cierto grado de exageración y otras no tanto, como, por ejemplo, la del niño con la “banana de pescado” o la niña comiendo su comida transgénica, con ramas en su cabeza (...) en cambio las naranjas cuadradas pueden no serlo, ya que podrían provocar un gran aumento de comercialización. En relación con la imagen del tomate inyectado, también es exagerado, esa imagen es más utilizada por críticos de los productos transgénicos, como una manera de difundir a estos como una imagen mala, como que, al producto en sí, le inyectan directamente ciertas sustancias extrañas “no apropiadas” para el consumo. En base a la imagen del científico con la pera transgénica matando insectos, corresponde a una imagen metafórica, no realmente es como así es en la producción. Y, por último, la última imagen demuestra cómo debería ser, ya que es común que sean utilizadas sustancias químicas que son perjudiciales para el ser humano y los animales que viven en el mismo [se refiere al ambiente]”. (Alexis, clase 3)

“Las tres primeras figuras las tomaría a modo humorístico viendo cómo va avanzando la ciencia salen cosas o productos más sorprendentes. En el cuarto dibujo se puede decir que es una insinuación al hecho de que se está inyectando una sustancia que puede ser tóxica, mala para la salud y que podría ser utilizada por organismos que están contra de los transgénicos. La quinta figura muestra la realidad de los productos de fumigación, pero es una forma humorística de representar esta realidad. La sexta y última figura estaría mal señalizada puesto que lo peligroso serían los pesticidas y no los productos transgénicos”. (Elida, clase 3)

“Las imágenes 1 y 2 considero que son exageraciones acerca de qué efectos tiene un OGM sobre nuestro organismo y qué tanto cambian los OGM a comparación de los productos naturales. Las imágenes 3 y 4 considero que refleja algunos cambios (por ej: cambio de color) en los organismos que no son necesarios para su resistencia al

clima u otros factores que afectarían un cultivo. La imagen 5 expresa los múltiples cambios que se efectúan a los OGM para simplificar al máximo el trabajo de quienes los cultivan. La imagen 6 advierte sobre los peligros que traen consigo los OGM, entre ellos podría estar el hecho de que sólo los OGM pueden ser rociados con glifosato”. (Giselle, clase 3)

“1: es una imagen de sentido común mal interpretado en el cual este caso no se podría producir, no sería permitido. 2: esto sería una concientización para que el ADN sea utilizado de manera que tenga un buen fin. 3: sería un producto innecesario ya que solo modificaría el aspecto. 4: es una mala interpretación de cómo se modifica un OGM. 5: es metafórica la imagen muestra una realidad, pero con una interpretación errónea de cómo es realmente la modificación. 6: está bien señalado ya que previene a las personas alrededor de las fumigaciones en OGM pueden ser perjudiciales para la salud”. (Iván, clase 3)

Luego se discutió grupalmente acerca de cuál era la finalidad de la producción de organismos transgénicos. Se registraron las ideas y posteriormente se realizó una exposición dialogada.

Acordaron lo siguiente:

- Aumentar las cualidades nutricionales de los alimentos, también sabor, tamaño y aspecto.
- Mejorar la producción agrícola, abaratando costos tanto para el productor como para el consumidor.
- Garantizar el acceso a alimentos en todos los sectores, tanto urbanos como rurales.
- Producir medicamentos que sean de acceso público para la sociedad.
- Mayor y mejor producción de medicamentos.
- Propiciar la producción adecuada de alimentos para satisfacer las necesidades alimenticias de la sociedad actual.
- Mejora de semillas (más caras, pero más fértiles).
- Mejor calidad, textura y productos de indumentaria (por ej. en ropa de algodón).
- Mayor producción y redituabilidad (rentabilidad) en impuestos y por ende crecimiento de las economías regionales y nacionales.
- Mejor calidad de vida (alimentos y nutrición)” (Producción grupal, clase 3).

---

**Clase N°4**

En la clase N°4 se presentó un texto extraído del libro *Biología* (Curtis, Barnes, Schneek y Massarini, 2008, p. 289) (Anexo II) y se les pidió, luego de la lectura, que contestaran las preguntas que se encuentran al final del mismo. El texto relata acerca de la divulgación en la televisión de los resultados de los experimentos que realizó el científico Arpad Pusztai, en los cuales alimentó ratas con papa transgénica y al cabo de un tiempo presentaron daños en distintos órganos y sistemas. Aquí se intentó dar cuenta de qué manera se valida el conocimiento científico y analizar el rol de los medios de comunicación en la difusión de temas científicos. A partir de las desgrabaciones de los registros de audios, se recogió lo siguiente: Elida y Macarena sostuvieron que el científico debió comunicar primero a sus pares y a la comunidad científica sus resultados. Macarena agregó que existen otros medios más especializados, como las revistas, para divulgar información científica y no los medios de comunicación televisivos. Aunque quizás nunca se hubiera dado a conocer a la sociedad si no fuera porque lo hizo de esa manera. Al respecto, Iván manifestó que quizás fue la única manera de concientizar a la sociedad que estos productos pueden ser nocivos y no ser acallado por las grandes corporaciones y la propia comunidad científica.

Macarena, Alexis y Elida acordaron que las ONG no debieron tomar la investigación de Pusztai como caso testigo ya que se apresuró en revelar los resultados y dejar la evaluación de riesgos del producto a las instituciones gubernamentales como las que vimos (Senasa, MinAgro, Conabia, Dimeagro, etc.).

En tanto, Giselle consideró que el Estado y la sociedad en conjunto deberían ser quienes autoricen o no el uso de transgénicos. Por otro lado, entendió que no existe riesgo cero en los adelantos científicos. Además, se deben analizar lo que tienen a favor y lo que tienen en contra y, a partir de allí se decide si vale la pena correr riesgos y autorizarlos. Expresó que los beneficios deben ser para toda la sociedad y no para rédito de ciertos sectores.

Alexis y Elida afirmaron que los riesgos que impliquen los logros científicos dependen de la forma en que se los utilice, por ejemplo, como sucede con los medicamentos (drogas) que deben usarse en su justa dosis.

En cuanto a la divulgación de temas científicos, en plenario acordaron que los medios de comunicación como la televisión o diarios difunden poca información sobre logros científicos. En las redes sociales circula información, pero es muy simplificada y poco confiable. La divulgación debería ser comunicada por especialistas y debería haber programas de televisión específicos que se ocupen seriamente de la divulgación de la ciencia, ya que muchas veces es “amarillista” y genera falsas expectativas.

La divulgación de conocimiento científico debe contribuir a la formación de una opinión pública informada que democrática y responsablemente esté en condiciones de decidir qué riesgos asume.

En cuanto a los OGM es necesario evitar mezclar los intereses propios [se refieren a económicos] e informar a la sociedad para que ésta construya su postura por sí misma.

### Clase N°5

**Primer momento:** consistió en el armado y realización de un debate cuyo tópico era: Transgénicos sí o no en la agricultura. La consigna fue:

“Se deberá debatir sobre la continuidad o prohibición de los transgénico en la agricultura. La clase se dividió por sorteo en dos grupos. Deben formarse dos grupos: uno a favor de utilizar los transgénicos en la agricultura, otro en contra y el docente oficiará de moderador. Los grupos tendrán que buscar información y documentación al respecto<sup>6</sup>.

- **Grupo a favor de la agricultura transgénica:** Elaborará una presentación en *Power Point*, en la que se recojan argumentos a favor de su postura. Expondrán su postura en el debate. (10 minutos)
- **Grupo de detractores de la agricultura transgénica:** Elaborará una presentación en *Power Point*, en la que se recojan argumentos a favor de su postura. Expondrán su postura en el debate. (10 minutos)
- **Moderadora:** La docente dirigirá el debate entre las dos posturas frente a estos organismos genéticamente modificados. Recogerá los argumentos más sólidos que utilicen ambas partes. Elaborará posteriormente una síntesis con esos argumentos. (10 minutos)”

### Producciones grupales

En la Tabla 6 presentada a continuación se sintetizan los argumentos elaborados por los grupos a favor y en contra de la agricultura transgénica.

---

<sup>6</sup> Adaptado de <http://cienciashoy.wikispaces.com/5.04.+Concepto+de+gen%C3%A9tica>

Tabla 6. Argumentos elaborados por los/as estudiantes durante el debate.

Grupo opositor	Grupo a favor
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contaminación de las plantas naturales por transporte de semillas modificadas.</li> <li>- Malas hierbas podrían hacerse también resistentes a los herbicidas, que se usan en gran cantidad.</li> <li>- Las plantas transgénicas con efectos insecticidas pueden afectar a especies que viven allí.</li> <li>- El 90 % de las plantas silvestres y un tercio de nuestros alimentos dependen de la polinización, pero un 20 % de abejas ha desaparecido en Europa, por los plaguicidas (Greenpeace).</li> <li>- Consume grandes cantidades de petróleo y agua.</li> <li>- Los productos químicos utilizados provocan emisiones de gases de efecto invernadero como el óxido nitroso lo que supone la contribución agraria al cambio climático.</li> <li>- Greenpeace solicita la prohibición total de cualquier tipo de producción transgénica en Europa, basándose en la aplicación del principio de precaución ante los probables riesgos de esta tecnología.</li> <li>- Otros argumentos son que algunos productos genéticamente modificados contienen genes resistentes a antibióticos, lo que puede incrementar la resistencia también en humanos y en insectos.</li> <li>- Alemania es el sexto país de la UE en prohibirlos.</li> <li>- Dr. Andrew Kniss escribió que el glifosato es cancerígeno.</li> <li>- Recientemente la OMS declaró cancerígeno al Glifosato, causa de daño en el ADN y los cromosomas humanos.</li> <li>- Itzaingó: cantidad de enfermos de cáncer y niños con malformaciones, tras 10 años</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alimentos con mejores y más cantidad de nutrientes.</li> <li>- Mejor sabor en los productos creados.</li> <li>- Mejor adaptación de las plantas a condiciones de vida más deplorables.</li> <li>- Aumento en la producción de los alimentos con un sustancial ahorro de recursos.</li> <li>- Aceleración en el crecimiento de las plantas y animales.</li> <li>- Mejores características de los alimentos producidos a la hora de cocinarse.</li> <li>- Capacidad de los alimentos para utilizarse como medicamentos o vacunas para la prevención y el tratamiento de enfermedades.</li> <li>- En Argentina, se generaron (en los últimos 15 años) 1.8 millones de empleos gracias al cultivo de OGM.</li> <li>- Disminuye el uso del agua.</li> <li>- Disminuye el uso de agro tóxicos gracias a la implementación de insecticidas en las plantas.</li> <li>- Animales de granja más productivos.</li> <li>- Producción de más cultivos alimentarios en menos tierras.</li> <li>- Aumento en la durabilidad.</li> <li>- Se pueden generar organismos destinados a la rehabilitación del suelo y adición de nutrientes.</li> <li>- Pueden servir para la realización de biocombustibles.</li> <li>- Mayor preparación para el futuro, gracias a que soportan un clima variable.</li> <li>- El uso de glifosato no es exclusivo de los OGM, sino que se vende libremente a cualquier persona.</li> <li>- Se controla de manera más eficaz la seguridad alimentaria, ya que son los</li> </ul>

<p>de lucha la justicia prohibió fumigar con agrotóxicos cerca de las zonas urbanas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La suprema corte de la provincia de Buenos Aires ratifica la prohibición de fumigaciones terrestres a 1.000 metros del límite urbano.</li> <li>- Ser firmes contra el monopolio de las semillas, solo diez multinacionales controlan casi el 70% del mercado mundial, obligando a los productores a utilizar sus semillas. Monsanto restringe el uso de sus semillas a una sola cosecha.</li> <li>- Existen argumentos erróneos de creer que los OGM sirven para reducir el hambre en el mundo sin embargo en los países en desarrollo o subdesarrollados son más costosos los precios.</li> </ul> <p>Las aplicaciones comerciales de la biotecnología en la agricultura están aumentando la brecha que separa a los pobres de los ricos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Marie-Monique Robin: aumentó un 800 % el uso de agrotóxicos en Argentina desde 2005.</li> <li>- Marie-Monique Robin: Sobre agrotóxicos “significa el hambre”. Argentina es el país que mayormente cultiva transgénicos.</li> </ul>	<p>únicos cultivos que pasan por rigurosas etapas de control.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Si no se hubiese adoptado este tipo de cultivos, en 2011 el precio de la soja hubiese sido un 14 % más alto de lo que fue.</li> <li>- Reducción en el consumo de combustible para cultivos en un 38 % gracias a la siembra directa.</li> <li>- Reducción de uso de herbicidas con mayor poder residual que el glifosato.</li> </ul>
---	--

**Segundo momento:** como tarea final individual los/as estudiantes debieron escribir un breve informe con las cuatro razones que les parecieron más convincentes a favor del uso de transgénicos y las cuatro más convincentes en contra. Debían exponer su propia opinión y las razones que los llevaron a ella. En plenario se leyeron los argumentos. Ellos fueron:

“Ventajas:

- Mayor porcentaje de nutrientes o igual que los organismos que no son genéticamente modificados.
- Comercialización, gran productividad y generación de aumento de la economía.
- Resistencia a diferentes climas.
- Mayor duración que los productos que nos son modificados genéticamente.

Conclusión: los productos OGM son beneficiosos para la economía y en la actualidad no se encuentran inconvenientes en ellos directamente.



Desventajas:

- Los OGM son indirectamente malos, contaminantes y provocadores de enfermedades.
- Consumen grandes cantidades de agua y petróleo.
- Mejorar las investigaciones y la distribución de poder que tienen las multinacionales sobre los otros.
- Los OGM son rociados con grandes cantidades de agrotóxicos provocando la desaparición de ecosistemas.

Su conclusión fue: los OGM indirectamente afectan a muchos sectores. Tendríamos que mejorar su producción desde el principio del proceso”. (Iván, clase 5)

“En contra:

- El uso de plaguicidas aumenta por el uso de transgénicos. Me parece un buen argumento, aunque esto se deba a la responsabilidad de cómo se usa la semilla, es una realidad.
- El desmalezamiento puede provocar [el desarrollo] de supermalezas.
- El esparcimiento de semillas puede infectar [escape genético] las plantas naturales.
- Provoca un monopolio sobre el control de semillas.

A favor:

- Disminuye costos para el productor y el consumidor.
- Menor labranza de la tierra y menor uso del agua.
- Pueden servir para producir biocombustibles y alimentos.
- Aumenta el valor nutritivo de las plantas.

Conclusiones: mi opinión acerca de los alimentos transgénicos es que a pesar de que puedan existir algunos riesgos con respecto a estos, no es a causa de la modificación genética, sino del uso que se les da a esas semillas. Para argumentar en contra de los transgénicos, se debe tener en cuenta los intereses de los sectores que manipulan y saben diferenciar un caso del otro, ya que se argumenta de manera general”. (Giselle, clase 5)

“Ventajas:

- Se obtiene mejor rendimiento al conseguir especies más grandes o que desarrollan más su parte comestible.
- Aumento de la durabilidad de los alimentos.

- Obtención de variedades resistentes a las plagas.
- Poder dar mejor calidad en alimentos para el consumo de la población.

Desventajas:

- Falta de una investigación más seria sobre sus posibles efectos, como pueden ser la aparición de alergias o nuevos tóxicos.
- Utilizar genes que producen resistencia no solo a herbicidas sino también a los antibióticos, éstos podrían pasar a las bacterias que se harían más resistentes a los mismos.
- Contaminación de plantas naturales por transporte de semillas modificadas.
- Malas hierbas podrían hacerse más resistentes a los herbicidas que se usan en grandes cantidades.

Conclusiones: puedo decir que el tema transgénicos da para realizar varias investigaciones muy profundas, como ser los experimentos científicos y a partir de aquí poder definir si los transgénicos son o no una buena forma de tecnología genética”. (Elida, clase 5)

“Las razones a favor que más me convencieron sobre los transgénicos son: mayor inserción laboral, mejor calidad del producto, cuidados específicos a través de diferentes instituciones (control de producto y ambiente) y reducción de productos tóxicos.

En cambio, las razones en contra más convincentes son: la utilización del glifosato, que afecta al ser humano y animales.

El debate de ventajas y desventajas es muy buena herramienta de aprendizaje, y es una tarea entretenida para utilizarla en el aula”. (Alexis, clase 5)

“Sí a los transgénicos:

- alimentación con mejor y más cantidades de nutrientes;
- mayor preparación para el soporte del clima variable;
- puede servir para la realización de biocombustibles;
- se puede generar organismos destinados a la rehabilitación del suelo y adición de nutrientes.

No a los transgénicos:

- medio ambiente: la agricultura industrial con sus plaguicidas mata poblaciones de abejas.

- salud: fumigaciones sin control de glifosato causan cáncer infantil, infertilidad, etc.
- comercialización: Monsanto restringe el uso de sus semillas a una sola cosecha.
- Organismos en contra: En Europa Greenpeace prohibió cualquier tipo de producción transgénica”. (Macarena, clase 5)

### **Clase N°6**

Por último, en la clase N° 6 se les solicitó que elaboraran la planificación de una clase para trabajar el tema OGM en 4to año de la Educación Secundaria de la Provincia de Buenos Aires, cuya secuencia de actividades contemplara un inicio, un desarrollo y un cierre de la misma. Se realizó una socialización y corrección de las mismas con sus compañeros/as para que ellos también pudieran hacerles observaciones.

Las planificaciones elaboradas individualmente de una clase sobre OGM para 4to año de la Educación Secundaria constaron de las siguientes actividades:

Elida propuso la indagación de ideas previas sobre OGM con imágenes. Luego una exposición sobre qué son los OGM y su consumo a través de un video. Finalizó con la escritura de argumentos acerca de si están de acuerdo con la producción de transgénicos, si la clase influyó en la toma de postura, si aprendieron algo nuevo sobre el tema. La evaluación la clase se realizaría con el diseño de una rúbrica evaluando comprensión, argumentación, redacción y opinión.

Iván se propuso promover el conocimiento de los OGM en Argentina y sus implicancias e impacto en la producción. Presentó actividades de indagación de ideas previas con imágenes de algodón, maíz y soja. Continuó con una exposición sobre el desarrollo histórico de la Biotecnología y sus implicancias en la actualidad. Luego propuso la división de la clase en tres grupos y solicitó que investigaran acerca de los cultivos mencionados en las imágenes utilizadas al inicio de la clase de indagación de ideas previas (historia, ventajas, desventajas, producción, impacto comercial y económico), culminando con la socialización de sus producciones e intercambio de opiniones.

Alexis, una vez conociendo qué son los OGM, propuso la elaboración de un informe grupal sobre los mismos teniendo en cuenta ventajas y desventajas, impacto ambiental, económico, laboral y sobre la salud. Culmina con la socialización de las producciones.

Giselle se propuso trabajar con la Biotecnología Agrícola y su impacto en la alimentación. A partir de la entrega de distintos textos, invita a los estudiantes a armar folletos informativos sobre la aplicación de la Biotecnología en la agricultura según la postura que hayan tomado sobre la misma. Luego expondrían a la clase sus folletos. Finalizó con el armado de una red conceptual a partir de palabras claves.

Macarena diseñó actividades de indagación sobre regulación y reglamentación de OGM.

Durante la actividad de **Autoevaluación** (Tabla 4) se les preguntó entre otras cuestiones **qué aprendí, cómo lo aprendí, reconozco los conflictos de intereses vinculados a la producción de OGM, detecto las problemáticas relacionadas con la producción de transgénicos, distingo el rol de los medios de comunicación en la divulgación de las Ciencia, etc.**

Las respuestas de cada estudiante a estas cuestiones serán comentadas en la siguiente sección.

### **Reconstrucción del recorrido individual de cada estudiante, rol docente y evaluación de la propuesta**

Haciendo un recorrido individual sobre el desempeño de cada estudiante, su vinculación con lo expresado en sus autoevaluaciones (Tabla 4) y el análisis del portafolios (Figura 1 y Tabla 3), se puede decir que:

Alexis participó activamente de las clases y demostró interés por el tema. No conocía el tema. Se informó y se interesó en observar las etiquetas de los alimentos. Mantuvo una mirada positiva frente a los OGM, aunque resaltó que se debe ser cuidadoso y responsable con la manipulación genética, y consideró que los alimentos no deben etiquetarse, ya que deben cumplir requisitos para ser aprobados y faltan pruebas e investigaciones sobre sus riesgos o perjuicios. En cuanto a los cultivos, consideró que lo perjudicial para el ambiente y los consumidores, son los agroquímicos. El portafolios le sirvió para ser reflexivo y crítico, y junto con las rúbricas aprendió a evaluar y autoevaluarse. El debate le permitió trabajar en grupo y acordar posiciones. En su análisis metacognitivo manifestó que conoció a los OGM, ventajas y desventajas que estos demuestran, impacto social y económico, formas de evaluar, diferentes actividades de aprendizaje y enseñanza, ser crítico de sus propias opiniones y de las de los demás, ser reflexivo y posicionarse para armar un debate. También reconoció que aprendió a través de debates, informes e investigaciones.

Elida participó de las clases, demostró interés por el tema, expuso su posición y se informó. No conocía el tema, aunque sabía que la insulina era un producto transgénico, eso abarataba su costo y se podía producir en grandes cantidades. Al principio mostró una posición negativa respecto de los OGM, argumentando que podían tener algún agregado tóxico, y luego fue cambiando su postura, entendiendo que la modificación genética mejora la calidad de los productos y resuelve los problemas relacionados con la salud y la medicina. Mostró un gran compromiso en el armado del debate y en el intercambio de opiniones e información. Manifestó que aprendió a evaluar con rúbricas y portafolio, y consideró que es muy productivo para visualizar el recorrido de un/a alumno/a. Aplicó las estrategias de enseñanza y los instrumentos de evaluación para planificar clases de otra materia. Resaltó que el análisis del tema requiere un abordaje más profundo y fue abordado en forma superficial. En su análisis de metaconocimiento manifestó que aprendió “tipos de evaluación” (e.g: la rúbrica y el portafolios), puso en práctica lo aprendido en otra materia (Didáctica) con el fin de realizar un trabajo para el parcial, estrategias de enseñanza para implementar con los/as estudiantes y que sea más interactivo, y analizar cómo van progresando día a día los/as estudiantes. Conoció que existían productos transgénicos, sus ventajas y desventajas, reglamentaciones, bioseguridad, etc. En su análisis metacognitivo reconoció que aprendió a través de los materiales que brindó la docente, internet e intercambio de conocimientos con los/as compañeros/as. Identificó que existen conflictos de intereses al analizar la problemática trabajada.

Macarena participó muy activamente en las clases y demostró interés por el tema. Se informó y dialogó con comerciantes. Conoció el manejo de cultivos debido a que vive en el campo, por lo que era consciente de los riesgos de los agroquímicos utilizados luego de la siembra y la cantidad de agua utilizada. A pesar de ello, consideró que la producción de OGM permite obtener mayor cantidad de producción, mayor duración y menor costo para el productor y el consumidor. Sostuvo que los alimentos deberían etiquetarse para que el consumidor pueda elegir entre algo orgánico y otro modificado genéticamente. Integró el grupo que argumentó a favor de la prohibición de los transgénicos en la alimentación y mencionó las fuentes de información. Argumentó que debe haber más investigación para evaluar los riesgos a largo plazo. Reconoció las estrategias utilizadas durante las clases, y valoró las rúbricas y el portafolios como enriquecedoras de su formación. Manifestó que le cuesta redactar por escrito sus argumentos. En su análisis de metaconocimiento expresó que aprendió, en cuanto a Biotecnología, qué es un OGM, qué consecuencias tiene sobre la sociedad, por qué se llama

genéticamente modificado, por qué se necesita de tratamientos con agrotóxicos [agroquímicos], lo necesarios que son a nivel económico y comercial, los problemas que traen a la sociedad y el ambiente, lo oculto que se los tiene a la sociedad. En cuanto a estrategias didácticas, aprendió nuevas formas para dar clases entretenidas y atrapantes, llevar una línea continua para no desviarse del contenido, trabajar con imágenes y con “buenas preguntas”, a ser evaluada con la modalidad de las rúbricas y a preparar un debate grupal. En su análisis metacognitivo reconoció que aprendió a través de imágenes, de lectura de bibliografía aportada por la docente y propia, investigando en internet, videos de You Tube, indagación de ideas previas, trabajo de campo, argumentaciones a través de cartas, textos informativos de divulgación de la ciencia y debates en grupo. Entendió que hay que tomar con “pinzas” lo que transmiten los medios de comunicación sobre el tema, ya que es muy factible que lo que se escucha sea modificado a su conveniencia. En su autoevaluación, también, reconoció que detectó todos los problemas que hay a nivel mundial sobre OGM, ya fueran de salud, ambiente, comercialización y consumo de productos. Manifestó reconocer aspectos positivos y negativos del tema.

Giselle participó activamente de todas las actividades y demostró interés por el tema, buscó información, la cuestionó, analizó las distintas voces involucradas en el tema OGM, aunque consideró que no fueron suficientes y que el tema requiere un análisis más profundo. Presentaba nociones del tema, pero no conocía ejemplos en particular. A medida que surgían dudas buscaba información en internet. Sostuvo a lo largo de la secuencia que la modificación genética no es el problema por discutir, sino los agroquímicos que se utilizan en los cultivos, aunque consideró que se puede producir pérdida de diversidad por escape genético. Entiende que se necesitan más evidencias científicas para rechazar los transgénicos en la alimentación y mayores controles de los organismos correspondientes. Reconoció que OGM es un tema relevante y de actualidad, que requiere un análisis más profundo y que no deben ser sólo los medios de comunicación la fuente de información. Entendió que el portafolio es más que una recopilación de trabajos y le sirvió para analizar su recorrido y desempeño durante el desarrollo de la secuencia, y las rúbricas también le permitieron conocer los criterios de evaluación previamente. Detectó las estrategias de enseñanza utilizadas en la secuencia y las aplicó para la planificación de clases de otras materias pedagógico-didácticas. En su análisis de metaconocimiento manifestó que aprendió qué es un OGM, qué usos se le dan y qué implicancias tienen en la actualidad, formas de evaluación con rúbricas de autoevaluación y coevaluación, cómo afectan los intereses de los distintos sectores al desarrollo tecnológico y

al pensamiento de la sociedad, cómo fomentar el debate basado en argumentos con información y fuentes válidas. En su análisis metacognitivo reconoció que aprendió mediante la búsqueda y selección de información para responder a una consigna específica. Al tener que seleccionar sólo cierta información, tuvo que leer detalladamente y relacionar conceptos. Reconoció que detecta las problemáticas relacionadas con la producción de transgénicos, pero no en su totalidad, ya que investigó sólo las problemáticas superficiales, como las planteadas por asociaciones ecologistas (*e.g.*, falta de evaluación, daño al ecosistema), pero no tanto las relacionadas con la economía (*e.g.*, el monopolio de semillas). Agregó, que al igual que con las problemáticas, sólo reconoció los conflictos de intereses superficiales detallados en la información brindada por los medios de comunicación, y sostuvo que los intereses deben vincular no sólo a los productores sino también a distintos países y empresas.

Iván participó activamente de todas las actividades y demostró interés por el tema. Sostuvo una visión negativa de los OGM a lo largo de la secuencia. Sabía que existían para mejorar la producción de los alimentos, pero amplió su mirada a lo largo de las clases. Sus argumentos se basaron en la información que obtuvo de la investigación exhaustiva que realizó y en la mención de las fuentes. Prevalcieron los argumentos en contra de los transgénicos y, por lo tanto, en su posición, así lo sostuvo también en el debate. Consideró que los alimentos deben tener etiquetas que los identifiquen como OGM pues pueden tener efectos en la salud. Entendió que el ser humano interfiere mucho en la naturaleza e hizo hincapié en el cuidado del ambiente. Sostuvo que en la aprobación de un OGM prevalece lo económico y comercial por sobre la salud de las personas. Consideró que el portafolio es un instrumento que cambió la forma tradicional de evaluar, genera entusiasmo y estar activo participando de las clases. Realizó una rigurosa autoevaluación y análisis del portafolio. Destacó el trabajo grupal, el diálogo, los intercambios y la escucha como aspectos positivos de la propuesta. En su análisis de metaconocimiento manifestó que aprendió sobre los OGM, cómo los ve la sociedad desde diferentes aspectos, cuáles son sus ventajas y desventajas, medidas de seguridad de los OGM, cuánto son utilizados en el mundo y en nuestro país, el uso de agrotóxicos [agroquímicos], organizaciones que están en contra, quienes evalúan y aprueban su habilitación, y, además, aprendió la utilización de estrategias didácticas. En su análisis metacognitivo reconoció que aprendió a través del uso del portafolio, *Power Point*, cuestionarios, noticias, debate, palabra de la docente, búsqueda en supermercado e internet. Con respecto a los medios de comunicación en la divulgación de temas científicos, reconoció que los presentan de forma

simplificadas o distorsionados. Consideró que entendió muy bien problemáticas y erradicó conocimientos erróneos.

En cuanto al rol docente, la intervención estuvo dada por guiar las clases y socializar las actividades, regular los debates y discusiones, aportar información nueva y dar a conocer distintas posturas de científicos/as, organismos internacionales, ciudadanos/as, organizaciones no gubernamentales, etc., indagar ideas de los/as estudiantes, preguntar y repreguntar, realizar aclaraciones, resolver dudas, guiar la búsqueda de información y orientar acerca de los textos a trabajar, rescatar argumentos y posiciones de los/as estudiantes y ponerlos en discusión.

Al final de la secuencia didáctica los/as estudiantes evaluaron, en forma anónima, la propuesta con la rúbrica de la Tabla 5. Tres de ellos calificaron la propuesta en todos los criterios con su máxima valoración denominada *Destacado*. Mientras que otros dos otorgaron para los criterios **Actividades propuestas** y **Desarrollo de habilidades cognitivas** con la valoración *Logrado*, y para el resto *Destacado*.



## CONCLUSIONES

Se puede decir que la secuencia didáctica implementada fue innovadora teniendo en cuenta la concepción de Sancho et al. (citado en Asad y Suárez, 2013) descripta en la fundamentación. En este sentido, la propuesta cambió las prácticas habituales de las clases de Biología. Los/as participantes demostraron entusiasmo desde el momento en que se comunicó que se iba a desarrollar una secuencia didáctica sobre un tema que implicaba abordar distintos aspectos como el social, biológico, ecológico, económico, ético, etc. Se evidenció la motivación, debido a que, según los/as estudiantes, iban a ver cómo se desarrollaba progresivamente un tema a través de distintas actividades y con una propuesta integral de evaluación. La utilizaron como modelo didáctico para elaborar sus propuestas de clases.

Los logros de la implementación de la secuencia didáctica se desarrollan a continuación:

Al inicio de la secuencia se indagaron ideas previas sobre OGM y se observó que los/as estudiantes prácticamente desconocían el tema en profundidad, aunque conocían ejemplos. El abordaje teórico permitió luego reconocer las distintas aplicaciones de la Biotecnología y definir qué es un OGM.

Se logró que se informaran sobre el tema más allá de la bibliografía que se aportó. Buscaron información en internet, preguntaron a gente que cultiva, en verdulerías, les enseñaron sobre el tema a otras personas y utilizaron lo aprendido en otras materias. Dos alumnos/as afirmaron que la superficialidad de la búsqueda inicial acerca del tema se debió a que se informaron a través de los medios de comunicación, tal como afirmaban Occelli et al. (2011); otros/as dos reconocieron que se deben analizar cuidadosamente los mensajes y la información que proviene de los mismos pues muchas veces tiende al “amarillismo” (sensacionalismo) o al impacto sobre el lector/a, y se debe analizar quién emite el mensaje y qué intereses puede haber detrás de la información o la noticia. En el caso de los/as alumnos/as que mencionaban que sólo se habían informado por los medios de comunicación, según lo observado, lo hicieron a través de la búsqueda en la *web* y quizás aludieron a que se utilizaron como casos testigo algunas noticias como el de las “madres de Ituzaingó” (Anexo III).

A través de las rúbricas pudieron saber qué se evaluaba y qué debían mejorar. El impacto de la evaluación con rúbricas y portafolios fue positivo, ya que cambiaron su mirada sobre la evaluación. El trabajo introspectivo que tuvieron que realizar a la hora de autoevaluarse les permitió reconocer las estrategias de enseñanza utilizadas en la propuesta, pudieron visualizar la evolución de sus aprendizajes y reflexionar sobre qué aprendieron y cómo lo aprendieron. En cuanto a la propuesta destacaron el trabajo grupal, el respeto por la escucha y la opinión

del otro/a, la relevancia y actualidad del tema, y su complejidad al abordarlo. Las actividades promovieron la argumentación, la búsqueda y selección de información, la posibilidad de ser críticos/as y reflexivos/as. Consideraron que la actividad más interesante fue la preparación del debate y su desarrollo. También les pareció interesante que la propuesta finalizara con el diseño de una planificación que les permitiera transferir lo aprendido. Ello les permitió posicionarse frente al contenido como futuros/as profesores/as de ciencias.

Para realizar la autoevaluación de la propuesta se toman aquí los criterios utilizados por Santos y Martins (2009): relevancia de los temas abordados, claridad en la información ofrecida, adecuación de los textos y artículos ofrecidos, interés por las tareas propuestas, claridad en las preguntas y actividades con mejor apreciación. El tema seleccionado para la propuesta fue relevante porque implicó abordar un contenido complejo, controvertido y de interés social, considerado una controversia sociocientífica incluido en un enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA), además de ser un tema de actualidad y de impacto en nuestro país y el mundo. La información ofrecida fue adecuada, pero debió ser suministrada de a poco, ya que por su extensión se dificultó todo su análisis en clase, pero la selección de los textos y la teoría expuesta en *Power Point* fueron claras y pertinentes. Las actividades propuestas fueron adecuadas y casi no presentaron dificultades, a excepción de la clase N° 4, en la que se observó un desconocimiento acerca de cómo se valida el conocimiento científico, es decir, entender a la ciencia no solo como producto sino también como proceso (Furman y Podestá, 2009). Ello requería de un análisis más profundo que por falta de tiempo no se pudo abordar. Queda pendiente para años posteriores analizar esta cuestión en profundidad. Pero permitió visualizar que en la comunidad científica hay ciertas restricciones y debates internos, y desarrollar un pensamiento crítico hacia la ciencia como actividad humana/cultural con controversias e incertidumbres.

Los/as estudiantes mostraron aceptación de las tareas propuestas y expectativas por conocer la siguiente actividad. Según lo expuesto por ellos/as, el debate fue la actividad más interesante por todo lo que implicó realizar, sobre todo porque es responsabilidad de los/as docentes poner en discusión estos temas como tantas otras innovaciones en nuestra sociedad. Se puede resaltar que las actividades de indagación de ideas previas, el trabajo de campo sobre el análisis de etiquetas y la escritura de textos argumentativos fueron las tareas que obtuvieron mejores resultados, en cuanto a la calidad de argumentos y la comunicación de los mismos. Los argumentos contruidos se pueden agrupar<sup>7</sup> en éticos, aquellos referidos a

---

<sup>7</sup> Elaboración propia, tomada de Jiménez Aleixandre (2010, p.146).

las modificaciones genéticas que realiza el ser humano sobre otros seres vivos, interfiriendo sobre la naturaleza; sociales- económicos, a través de menores costos de producción, generando mayor cantidad y calidad, menor costo del producto al consumidor y mejora en la calidad de vida de las personas (salud); ecológicos, vinculados a la pérdida de biodiversidad, generación de supermalezas, resistencia a antibióticos y plagas, “escape genético”, efectos de herbicidas en plantas, animales y seres humanos, menor uso de insecticidas pero mayor uso de herbicidas; jurídicos- legales, en tanto, reclaman mayores controles de aprobación para la introducción de un OGM en la naturaleza, evaluaciones de impacto ambiental y normas de bioseguridad, además de mayor legislación sobre los mismos, ya que la única ley encontrada por los/as estudiantes es la N°26.270 de Promoción del Desarrollo y Producción de la Biotecnología Moderna.

Los/as estudiantes manifestaron que la falta de tiempo y la época del año en que se desarrolló la secuencia didáctica (poblada de evaluaciones parciales de otras materias), influyó de alguna manera en su desempeño y, que algunos aspectos fueron analizados con superficialidad (e.g: dimensión social, económica, distintas voces involucradas, conflictos de intereses), aunque muchos de estos aspectos se mencionaron en el debate, en los distintos argumentos que expresaron en las diferentes actividades y la bibliografía entregada que abordaba dichas cuestiones. Aquí un factor importante que intervino fue la cantidad de material para analizar y el tiempo que le dedicaron algunos de ellos/as para investigar sobre el tema. Por otro lado, se vio acotada la secuencia didáctica a los OGM y transgénicos en la alimentación dejando de lado otros aspectos que abarca la Biotecnología o sólo mencionándolos, como su historia, los productos tradicionales, la terapia génica, el mejoramiento animal y otros derivados que se utilizan habitualmente (vacunas, quita manchas, edulcorantes, saborizantes, etc). Ello se debió a decisiones didácticas de acotar el tema a OGM debido al tiempo propuesto para desarrollar la secuencia, pues estos temas se podían profundizar en años posteriores.

En función de los objetivos planteados, se puede afirmar que se logró un abordaje del tema OGM desde una perspectiva integral. Los/as estudiantes conocieron (y reconocieron según la evaluación) distintas dimensiones involucradas en la producción de OGM y cultivo de transgénicos, aunque admitieron que el análisis requiere de mayor profundidad; entendieron que al tratarse de un problema sociocientífico se enfrentan distintos conflictos de intereses; analizaron distintas fuentes de información, la interpretaron y a partir de allí participaron de los intercambios de posturas y debate con opiniones fundadas, lograron un pensamiento autónomo y solidario con las futuras generaciones, reclamando la necesidad de

investigaciones más profundas y a largo plazo de las consecuencias de los transgénicos a futuro.

Por otro lado, la evaluación a través de rúbricas, portafolios y los instrumentos de autoevaluación permitieron a los/as estudiantes adquirir estrategias metacognitivas que les proporcionaron información sobre el progreso de las tareas desarrolladas en la secuencia.

## **CONSIDERACIONES FINALES**

Se puede concluir, por un lado, que la investigación en formación docente sobre el abordaje de la Biotecnología es escasa, quizás también por su escaso abordaje en la enseñanza y la complejidad de llevar al aula las cuestiones sociocientíficas. Ello requiere de la revisión de los Diseños Curriculares, de un trabajo interdisciplinario y de la búsqueda de estrategias de enseñanza que propongan a los/as futuros/as docentes situaciones de discusiones y debates sobre el conocimiento científico-tecnológico controvertido y de relevancia social, que tengan en cuenta el contexto sociohistórico en el que se construye, la naturaleza de la ciencia, el posicionamiento ideológico e intereses de los actores, y permitan comprender su interrelación con aspectos políticos, económicos, sociales, ambientales, éticos y morales.

Por otro lado, se considera fundamental seguir trabajando en años posteriores en actividades de lectura y escritura, fomentando la argumentación debido a las dificultades que tienen los/as estudiantes al expresarse por escrito. Son estas actividades las que contribuirán a mejorar la adquisición de vocabulario específico y el aprendizaje de conceptos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AA.VV. (s/f). *Ciencias hoy*. España. Disponible en:  
<http://cienciashoy.wikispaces.com/5.04.+Concepto+de+gen%C3%A9tica>

AA. VV. (2007). *Programa Educativo Por Qué Biotecnología*. Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología. Disponible en:  
<http://www.porquebiotecnologia.com.ar/>

Álvarez, S.M. (2009). El desafío de escribir en las clases de Biología: algunas concepciones de los profesores acerca de la escritura. *Revista de Educación en Biología*, Vol.12 (1), 21-27.

Anijovich, R. y Mora, S. (2010). *Estrategias de enseñanza: otra mirada al quehacer en el aula*. Buenos Aires: Aique Grupo Editor.

Asad, N. y Suárez, M. (2013). La contaminación sonora afecta la salud. Análisis de nuestras prácticas para transformarlas. En: A. Dumrauf et al. (Eds.), *De docentes para docentes: experiencias innovadoras en ciencias naturales en la escuela pública*. 1ª ed. Buenos Aires: El Colectivo.

Astudillo, C., Rivarosa, A. y Ortiz, F. (2011). Formas de pensar la enseñanza en ciencias. Un análisis de secuencias didácticas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 10, (3), 567-586.

Carlino, P. (2005). *Escribir, leer y aprender en la universidad. Una introducción a la alfabetización académica*. Buenos Aires: Fondo de cultura económica.

Cordero, S. (2012). *Aprendiendo a ser Docente Universitario en clases de Física: un estudio desde la perspectiva de las Comunidades de Práctica* (Tesis doctoral). Facultad de Filosofía y Letras, UBA, Buenos Aires, Argentina.

- Curtis, H., Barnes, S., Schnek, A. y Massarini, A. (2008). *Biología*. 7ma edición. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Díaz, A. (2005). *Bio... ¿Qué? Biotecnología, el futuro llegó hace rato*. Buenos Aires, Siglo XXI Editores, Universidad Nacional de Quilmes: Tres Tiempos.
- Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires. (1999). *Diseño Curricular de Profesorado en Biología*. Educación Superior. Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires: Ministerio de Cultura y Educación.
- Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires. (2008). *Diseño Curricular de Biología, Genética y Sociedad*. 6to año. Educación Secundaria. Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires: Ministerio de Cultura y Educación.
- España, E. y Prieto, T. E. (2009). Educar para la sostenibilidad: el contexto de los problemas socio-científicos. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, Vol. 6 (3). 345-354. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92013010003>
- Furman, M. y Podestá, M.E. (2009). *La aventura de enseñar ciencias naturales*. Buenos Aires: Aique.
- Hugo, D., Sanmartí, N. y Adúriz Bravo, A. (2013). Estilos de trabajo emocional del futuro profesorado de ciencias durante el practicum. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 31 (1), 151-168.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (2010). La enseñanza y el aprendizaje de la Biología. En: Jiménez Aleixandre (Ed.), *Enseñar ciencias* (pp.121-146). Barcelona: Grao.
- Justi, R., Chamizo Guerrero, J.A., García Franco, A. y Figueiredo, K.L. (2011). Experiencias de formación de profesores de ciencias latinoamericanos sobre modelos y modelajes. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 29 (3), 413-426.

- Litwin, E. (2008). Portafolios: una nueva propuesta para la evaluación. *Enseñanza en foco, Educared*. Recuperado de [http://www.educared.org.ar/enfoco/ppce/temas/06\\_portafolios/](http://www.educared.org.ar/enfoco/ppce/temas/06_portafolios/).
- Meinardi, E. (2010). ¿Cómo enseñar ciencias? En: Meinardi (Ed.), *Educación en ciencias*, Buenos Aires: Paidós.
- Naciones Unidas. (1992). *Convenio de Diversidad Biológica*. Río de Janeiro. Brasil: Naciones Unidas. Recuperado de [http://www.acnur.org/t3/fileadmin/Documentos/Pueblos\\_indigenas/convenio\\_diversidad\\_biologica\\_1992.pdf?view=](http://www.acnur.org/t3/fileadmin/Documentos/Pueblos_indigenas/convenio_diversidad_biologica_1992.pdf?view=).
- Occelli, M. (2013a). Enseñar biotecnología en la escuela: aportes y reflexiones didácticas. *Revista Boletín Biológica* N°27. Año 7.
- Occelli, M. (2013b). *La enseñanza de la biotecnología en la escuela de secundaria y su abordaje en los libros de texto: Un estudio en la ciudad de Córdoba* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina. Recuperada de <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/1301/Tesis%20Occelli%20Maricel.pdf;sequence=1>
- Occelli, M., Malin Vilar, T. y Valeiras, N. (2011). Conocimientos y actitudes de estudiantes de la ciudad de Córdoba (Argentina) en relación a la Biotecnología. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 10, (2), 227-242.
- Puebla, M., Yrazola, M. J. y Mercadal, R. (2012). Enseñar a Enseñar Biotecnología: Una Mirada desde la Química, la Didáctica y las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (NTIC's). *Revista Electrónica Iberoamericana de Educación en Ciencias y Tecnología*, Vol. 3, (1), 75.
- Pulido Tirado, G. (2008). *Enseñanza-aprendizaje y evaluación formativa: el portafolios del estudiante en el Área de Conocimiento de "Teoría de la Literatura y Literatura*



*Comparada*”. Área de Teoría de la Literatura y Literatura Comparada. Departamento de Lenguas y Culturas Mediterráneas. Jaén: Universidad de Jaén.

Roa, R. y Valbuena, E. (2013). Incursión de la biotecnología en la educación: Tendencias e implicaciones. *Revista Colombiana Biotecnología*, Vol. 15 (2) diciembre 2013, 156-166.

Santos, E. y Martins, I. (2009). Ensinar sobre alimentos genéticamente modificados. Contribuições para uma cidadania responsável. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 8 (3), 834.

---

## ANEXOS

### Anexo I

#### Listado de selección de textos de la clase N°2

- AA.VV. (2010). Democracia, precaución y medio ambiente. Manifiesto contra los transgénicos. *Ecologistas en acción*. Recuperado de [http://www.ecologistasenaccion.org/spip.php?article6049&artsuite=1#sommaire\\_1](http://www.ecologistasenaccion.org/spip.php?article6049&artsuite=1#sommaire_1)
- AA.VV. (s/f). *Infografía: Técnicas de modificación genética de cultivos*. Programa Educativo Por qué Biotecnología. Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología. Recuperado de [www.porquebiotecnologia.com.ar](http://www.porquebiotecnologia.com.ar)
- AA.VV. (2008). Investigadores y representantes de la sociedad civil firman contra los transgénicos. *Ecologistas en acción*. Recuperado de [http://www.ecologistasenaccion.org/spip.php?article6049&artsuite=1#sommaire\\_1](http://www.ecologistasenaccion.org/spip.php?article6049&artsuite=1#sommaire_1)
- AA.VV. (s/f). *Los cultivos transgénicos en Argentina (Parte I). Actualizado con los datos de 2007/2008. Cuaderno 43*. Programa Educativo Por qué Biotecnología. Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología. Recuperado de [www.porquebiotecnologia.com.ar](http://www.porquebiotecnologia.com.ar)
- AA.VV. (s/f). *Los cultivos transgénicos en Argentina (Parte II). Actualizado con los datos de 2007/2008. Cuaderno 44*. Programa Educativo Por qué Biotecnología. Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología. Recuperado de [www.porquebiotecnologia.com.ar](http://www.porquebiotecnologia.com.ar)
- AA.VV. (s/f). *Los organismos genéticamente modificados o transgénicos. Cuaderno 2*. Programa Educativo Por qué Biotecnología. Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología. Recuperado de [www.porquebiotecnologia.com.ar](http://www.porquebiotecnologia.com.ar)
- Aranda, D. (10 de mayo de 2014). Andrés Carrasco, científico y militante: gracias. *Lavaca*. Recuperado de <http://www.lavaca.org/notas/andres-carrasco-cientifico-y-militante-gracias/>
- Ávila, D., Frank, F. y Cabaleiro, F. (2015). Por la prohibición del glifosato. *Agencia para la libertad*. Recuperado de <https://agenciaparaalalibertad.org/article/por-la-prohibicion-del-glifosato/>
- Cáceres, P. (24 de febrero de 2009). La sociedad planta cara a la industria transgénica. *El mundo.es*. Madrid. Recuperado de <http://www.elmundo.es/elmundo/2009/02/18/ciencia/1234974212.html>
- Castro, C. (18 de abril de 2009). El transgénico tropieza. *El País*. Recuperado de [https://elpais.com/diario/2009/04/18/sociedad/1240005601\\_850215.html](https://elpais.com/diario/2009/04/18/sociedad/1240005601_850215.html)

- Fundación Eroski. (s/f). Infografía: Qué es y cómo se obtiene un transgénico. *Eroski consumer*. Recuperado de <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2003/10/09/20138.php>
- Gómez, A. (2007). Transgénicos. *Ciencias al Natural*. Recuperado de <http://ciencias.iesgrancapitan.org/?p=20#sthash.MU8bQSOI.dpuf>
- Greenpeace. (2015a). Agricultura y transgénicos. *Ciencias hoy*. España. Recuperado de <http://cienciashoy.wikispaces.com/5.04.+Concepto+de+gen%C3%A9tica>
- Greenpeace. (2015b). Guía roja y verde de alimentos transgénicos. 5ª edición. *Ciencias hoy*. España. Recuperado de <http://cienciashoy.wikispaces.com/5.04.+Concepto+de+gen%C3%A9tica>
- Kornblihtt, A. (2002). Lo "natural" es la tecnología. En: *Organismos reguladores en Biotecnología. Cuaderno 19*. Programa Educativo Por qué Biotecnología. Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología. Recuperado de [www.porquebiotecnologia.com.ar](http://www.porquebiotecnologia.com.ar)
- Leonardi, M. (s/f). Dossier: Los organismos genéticamente manipulados—O.G.M. Declaración de Científicos Preocupados por las Tendencias Actuales en la Nueva Biotecnología. Campaña sobre Patentes Campaña sobre patentes. ENEA – Innovation Department – Biotechnology and Agriculture Division – Biotechnology Processing and Plants Unit, ENEA. *Ciencias hoy*. España. Recuperado de <http://cienciashoy.wikispaces.com/5.04.+Concepto+de+gen%C3%A9tica>
- López de Uralde, J. (2009). Los transgénicos amenazan la diversidad del maíz. *El mundo.es*. Recuperado de <http://www.elmundo.es/elmundo/2009/02/18/verde/1234986215.html>
- Marchiaro, E. (2012). La Suprema Corte de la Provincia de Buenos Aires ratifica la prohibición de fumigaciones terrestres a 1.000 metros del límite urbano. *Sitio Argentino de Producción Animal*. Recuperado de [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)
- Olivera, P. (01 de octubre de 2015). Alumnos de la Secundaria 5 pidieron la prohibición del glifosato. *Municipal*. Recuperado de <http://www.semreflejos.com.ar/politica-sec/categorias-politica/municipal/9176-alumnos-de-la-secundaria-5-pidieron-la-prohibicion-del-glifosato.html>
- Parker-Katirae, L. (2015). 9 argumentos económicos o agropecuarios erróneamente usados contra los cultivos transgénicos. *Sí quiero transgénicos*. Recuperado de <http://www.siquierotransgenicos.cl/2015/06/24/9-argumentos-economicos-o-agropecuarios-erroneamente-usados-contralos-cultivos-transgenicos/>
- Pelloni, M. (31 de agosto de 2015). Corrientes: el productor Ricardo Prieto irá a juicio por la muerte con agrotóxicos de Nicolás Arévalo. *Agencia de noticias Red Acción*. Recuperado de <http://www.anred.org/?p=85762>
- Red Erbol. (06 de septiembre de 2010). Poden apostar a la biotecnología para hacer frente a cambios climáticos. *Bolivia Rural S.R.L.* Recuperado de

<http://www.boliviarural.org/noticias/noticias-2010/574-productores-piden-apostar-a-la-biotecnologia-para-hacer-frente-a-cambios-climaticos.html>

Robin, M.M. (25 de agosto de 2015). Argentina es el país del mundo donde más transgénicos se cultivan. *Revista Claves 21*. Recuperado de: <http://claves21.com.ar/monsanto-significa-corrupcion-y-presiones-politicas/>

Sostenibilidad para todos. (s/f). Transgénicos, genética modificada en tu mesa ¿sí o no? *Sostenibilidad para todos*. Recuperado de <http://www.sostenibilidad.com/transgenicos-genetica-modificada-en-tu-mesa-si-o-no>

Trigo, E. J. (2011). *Quince Años de Cultivos Genéticamente Modificados en la Agricultura Argentina*. ArgenBio. Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología. Recuperado de [http://www.argenbio.org/adc/uploads/15\\_anos\\_Estudio\\_de\\_cultivos\\_GM\\_en\\_Argentina.pdf](http://www.argenbio.org/adc/uploads/15_anos_Estudio_de_cultivos_GM_en_Argentina.pdf)

## Marco Regulatorio

AA.VV. (s/f). *Infografía: Proceso de Bioseguridad Nacional*. Programa Educativo Por qué Biotecnología. Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología. Recuperado de [www.porquebiotecnologia.com.ar](http://www.porquebiotecnologia.com.ar)

AA.VV. (s/f). Listado de eventos aprobados. Eventos y combinaciones de eventos aprobados en Argentina para su siembra, consumo y comercialización. En: *Los cultivos transgénicos en Argentina y en el mundo (datos actualizados hasta el año 2010)*. Cuaderno 126. Programa Educativo Por qué Biotecnología. Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología. Recuperado de [www.porquebiotecnologia.com.ar](http://www.porquebiotecnologia.com.ar)

AA.VV. (s/f). *Organismos Reguladores en Biotecnología*. Cuaderno 19. Programa Educativo Por qué Biotecnología. Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología. Recuperado de [www.porquebiotecnologia.com.ar](http://www.porquebiotecnologia.com.ar)

Comité Nacional de Ética en la Ciencia y la Tecnología. (2001). *Bioseguridad en la aplicación de la biotecnología agropecuaria*. Comisión de Ciencia y Tecnología Honorable Cámara de Diputados de la Nación. Argentina.

Comité Nacional de Ética en la Ciencia y la Tecnología. (2007). *El conocimiento científico-tecnológico y la ética en las cuestiones ambientales*. Comité Nacional de Ética en la Ciencia y la Tecnología. Argentina.

Comité Nacional de Ética en la Ciencia y la Tecnología. (2002). *Recomendaciones sobre un proyecto de Ley de Promoción de la Industria Biotecnológica*. Comisión de Ciencia y Tecnología Honorable Cámara de Diputados de la Nación. Argentina.

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. (2015). *Marco Regulatorio*. Recuperado de [https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/biotecnologia/marco\\_legal/](https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/biotecnologia/marco_legal/)

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. (1992). *Resolución 656/92*. Buenos Aires, 30/07/1992.

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. (1996). *Resolución 167/96*. Buenos Aires, 25/3/1996.

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. (2011). *Resolución 763/11*. Buenos Aires, 17/08/2011.

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. (2012). *Resolución 241/12*. Buenos Aires.

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. (2013). *Resolución 17/13*. Buenos Aires, 11/12/2013.

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. (2011). *Resolución OVGM 701/11*. Buenos Aires.

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. (2002). *Resolución SENASA N° 412/02. OGM - alimento - inocuidad - evaluación – modificación*. Buenos Aires, 10/5/2002.

---

## Anexo II

### Actividad N° 4

a. En grupo, lean el siguiente texto y luego respondan las preguntas que se encuentran al final del texto:

“En agosto de 1998, el científico Arpad Pusztai se presentó en un programa de televisión inglesa para advertir sobre los peligros que implicaba el consumo de alimentos derivados de plantas modificadas genéticamente. Pusztai había alimentado a un grupo de ratas con papas que, con fines experimentales, se habían modificado genéticamente. Al poco tiempo encontró que los animales presentaban daños en el sistema digestivo, alteraciones en el sistema inmunológico y un retardo en el crecimiento. Como consecuencia de sus declaraciones, Pusztai fue despedido del instituto donde trabajaba por revelar resultados antes de someterlos al examen de la comunidad científica. Se generó un gran debate entre científicos, empresarios y organismos no gubernamentales (ONG). Por lo general, los temas de discusiones eran si los organismos transgénicos son peligrosos, si se debería prohibir el cultivo de plantas modificadas genéticamente y, en algunas ocasiones, si se debería prohibir la modificación genética de los seres vivos. Algunas ONG usaron el caso como estandarte en sus campañas contra plantas transgénicas, alegando que los resultados obtenidos por Pusztai demostraban el peligro inherente a la manipulación genética. ¿Qué opinión merece este caso? ¿Hizo bien el científico en presentar sus resultados en un programa de televisión antes de publicarlos en una revista científica?, ¿hicieron bien las ONG en usar el caso para poner en una misma bolsa a todas las plantas transgénicas?; los riesgos inherentes a los logros científicos, ¿dependen de la metodología usada para conseguirlos o del modo en que se los use?; ¿deben aceptarse solamente los adelantos científicos que impliquen cero riesgo, o tal cosa no existe?, ¿Quién o quiénes deberían autorizar el cultivo y la venta de plantas transgénicas y en qué debería basarse tal decisión?” Fuente: Libro de Biología (Curtis et al., 2008, p.289).

### Anexo III

#### **Confirmado: la OMS ratificó que el glifosato de las fumigaciones puede provocar cáncer**

Publicada en lavaca, Darío Aranda.

22/03/2015

“Hay pruebas convincentes de que el glifosato puede causar cáncer en animales de laboratorio y hay pruebas limitadas de carcinogenicidad en humanos (linfoma no Hodgkin)” y por otra parte el herbicida “también causó daño del ADN y los cromosomas en las células humanas”. De ese modo, la Organización Mundial de la Salud confirmó lo que hace más de una década afirman pueblos fumigados, vecinos en lucha, organizaciones sociales y académicos que no responden al sector empresario. Detalles de informe, en esta crónica exclusiva para lavaca Darío Aranda.



*Andrés Carrasco y las Madres de Ituzaingó, Córdoba.*

La Organización Mundial de la Salud (OMS), máximo espacio internacional en materia sanitaria, acaba de alertar sobre la vinculación del herbicida glifosato (el más utilizado en el mundo) y el cáncer. Confirmó que existen

“pruebas” de que el herbicida puede producir cáncer en humanos y en animales de laboratorio. “También causó daño del ADN y en los cromosomas en las células humanas”, alerta el trabajo científico y detalla que se detectó glifosato en agua, alimentos, y en sangre y orina de humanos. El glifosato se utiliza de manera masiva en soja y maíz transgénicos (entre otros cultivos) y desde hace más de diez años es denunciado por organizaciones sociales, campesinas, médicos y científicos independientes de las empresas.

#### **300 millones de litros**

En Argentina se aplica glifosato en más de 28 millones de hectáreas, volcando a los suelos más de 300 millones de litros de glifosato cada año. Los campos de soja transgénica, maíz y algodón son rociados con el herbicida para que nada crezca, salvo los transgénicos. También está permitido su uso en cítricos, frutales de pepita (manzana, pera, membrillo), vid, yerba mate, girasol, pasturas, pinos y trigo. A partir del avance transgénico, aumentó geométricamente el uso del glifosato, desarrollado y comercializado inicialmente por

Monsanto desde la década del '70, aunque en el 2000 se venció la licencia y en la actualidad lo producen un centenar de empresas.

A medida que crecía la siembra de transgénicos, y mayor era el uso de agrotóxicos, se sumaban las denuncias por daños a la salud. Caso emblemático de Argentina es el de las Madres del Barrio Ituzaingó Anexo en Córdoba, que incluso llegó a juicio penal con condenas para el productor y el fumigador. Y también se sumaron los estudios científicos que daban cuenta de abortos espontáneos, cáncer, malformaciones y afecciones agudas, entre otras consecuencias.

## **OMS**

La Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC) es un ámbito especializado de la Organizaciones Mundial de la Salud (OMS). Luego de un año de trabajo de 17 expertos de once países, el 20 de marzo emitió un documento inédito: “Hay pruebas convincentes de que el glifosato puede causar cáncer en animales de laboratorio y hay pruebas limitadas de carcinogenicidad en humanos (linfoma no Hodgkin)”. Detalla que la evidencia en humanos corresponde a la exposición de agricultores de Estados Unidos, Canadá y Suecia, con publicaciones científicas desde 2001. Y destaca que el herbicida “también causó daño del ADN y los cromosomas en las células humanas” (situación que tiene relación directa con el cáncer).

El IARC-OMS recuerda que, en estudios con ratones, la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de Estados Unidos había clasificado al glifosato como posible cancerígeno en 1985 pero luego (1991) modificó la calificación. Los científicos del IARC consideran que, desde la reevaluación de la EPA hasta la fecha, hubo “hallazgos significativos y resultados positivos para llegar a la conclusión de que existen pruebas suficientes de carcinogenicidad en animales de experimentación” y afirman que estudios en personas reportaron “incrementos en los marcadores sanguíneos de daño cromosómico” después de fumigaciones con glifosato.

El documento se llama “Evaluación de cinco insecticidas organofosforados y herbicidas”. Fue publicado en la sede del IARC en Lyon (Francia) y remarca que las evaluaciones son realizadas por grupos de “expertos internacionales” seleccionados sobre la base de sus conocimientos y sin conflictos de interés (no puede tener vinculación con las empresas). Publicaron un resumen de dos carillas y en breve estará el detalle en el denominado “Volumen 112 de las Monografías del IARC”.



---

## **En sangre y orina**

La organización internacional recuerda que el glifosato es el herbicida de mayor uso mundial. Se utiliza en más de 750 productos diferentes para aplicaciones agrícolas, forestales, urbanos y en el hogar. Su uso se ha incrementado notablemente con el desarrollo de variedades de cultivos transgénicos y precisa que el agroquímico “ha sido detectado en el aire durante la pulverización, en agua y en los alimentos”. Y reconoce que la población “está expuesta principalmente a través de la residencia cerca de las zonas fumigadas”. Precisa que el glifosato se detectó en la sangre y la orina de los trabajadores agrícolas.

Con la nueva evaluación, el glifosato fue categorizado en el “Grupo 2A”, que significa en parámetros de la Organización Mundial de la Salud: “Probablemente cancerígeno para los seres humanos”. Esta categoría se utiliza cuando hay “pruebas limitadas” de carcinogenicidad en humanos y “suficiente evidencia” en animales de experimentación. La evidencia “limitada” significa que existe una “asociación positiva entre la exposición al químico y el cáncer” pero que no se pueden descartar “otras explicaciones”.

El IARC-OMS trabaja sobre cinco categorías de sustancias que tienen relación con el cáncer. El “Grupo 2A” es la segunda categoría en peligrosidad, sólo superada por “Grupo 1”, donde se ubican, por ejemplo, el asbesto y la radiación ionizante. “Por la nueva clasificación, el glifosato es tan cancerígeno como el PCB (compuesto químico que se usaba en los transformadores eléctricos) y el formaldehído, ambos miembros del Grupo 2A en cuanto su capacidad de generar cáncer en humanos”, explicó Medardo Avila Vazquez, de la Red de Médicos de Pueblos Fumigados.

## **“Se debe prohibir”**

La publicación de la Organización Mundial de la Salud fue bien recibida por las organizaciones sociales y científicos independientes (no vinculados a las empresas). Aunque también coincidieron en que la OMS tardó demasiado en reconocer los efectos del glifosato. “Es necesario saludar al IARC y a la OMS por ponerse al día con las investigaciones científicas. Es muy importante esta publicación, habrá un antes y un después, ya que fortalece la posición de los que venimos reclamando a las academias y a los responsables políticos la aplicación y plena vigencia del principio precautorio (tomar medidas urgentes para proteger a la población”, reclamó Damián Verzeñassi, de la Cátedra de Salud Socioambiental de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Rosario. “La OMS lo admitió, ya no pueden quedar dudas, el problema es mucho mayor de lo que se dice. El glifosato ha seguido

el mismo camino que el endosulfan, el DDT, el cigarrillo y el Tamiflu”, explicó el investigador de la UNR.

Raúl Horacio Lucero, biólogo molecular e investigador de la Universidad del Nordeste, llamó a aplicar de manera urgente el principio precautorio vigente en la ley: “Se debe prohibir ya la comercialización y aplicación de este veneno”. También lamentó la demora de la OMS: “Si nos hubieran escuchado hace diez años se hubieran salvado muchas vidas”.

### **Otros agrotóxicos**

El IARC-OMS también evaluó al malatión (herbicida) y al diazinón (insecticidas) como probable cancerígeno para los humanos (Grupo 2A, al igual que el glifosato). Los insecticidas tetraclorvinfos y paratión fueron clasificados como posiblemente cancerígeno para los seres humanos (Grupo 2B, con pruebas convincentes de que estos agentes causantes de cáncer en animales de laboratorio). Para el Malathion determinaron la vinculación con daño en el ADNI humano y tumores en roedores.

### **Monsanto**

La empresa Monsanto, creadora del glifosato (bajo la marca Roundup) y principal señalada por las denuncias de perjuicios a la salud, siempre defendió su agroquímico en base a la clasificación de la OMS. La gacetilla institucional, que aún está en el sitio de Internet, llamado “Acerca del glifosato”, resalta que la OMS lo ubica como “producto que normalmente no ofrece peligro” y remarca en negrita un trabajo de 2004 en el que la OMS lo calificaba como “no cancerígeno”.

Monsanto siempre utilizó los argumentos de la OMS. Pero ayer cambió de opinión: “La IARC ha estado bajo críticas tanto por su proceso como el sesgo que ha demostrado”. La compañía acusó a la agencia de la OMS de que su conclusión no es exhaustiva, la considera “sesgada” y la acusa de no basarse en “ciencia de calidad”. Advirtió que ya entró en contacto con la OMS para solicitar una revisión del trabajo.

El comunicado de la mayor corporación del agro mundial sostiene que la clasificación de la IARC-OMS “no se apoya en datos científicos”. Alcanza con ver el documento oficial de la Agencia Internacional para la Investigación contra el Cáncer (IARC) para contabilizar al menos 16 trabajos científicos que confirman los efectos de los agroquímicos. Se citan investigaciones de 1985 hasta de 2015. No figuran los trabajos de David Saltamiras ni de Gary Williams, dos científicos que suelen atacar todo argumento académico contrario a los

transgénicos y a los agroquímicos. No es casual: Saltamiras y Williams son empleados de Monsanto y por eso sus trabajos no figuran en la evaluación de la OMS.

Monsanto fue la creadora y mayor comercializadora de glifosato. En el 2000 venció su licencia, lo que abrió paso a que otras empresas lo produzcan. En Argentina producen el herbicida las compañías Syngenta, Basf, Bayer, Dupont, Dow Agrosiences, Atanor, YPF, Nidera, Nufarm, Red Surcos, Vicentín y Sigma Agro, entre otras.

### **Carrasco tenía razón**

Según estadística de la Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes (Casafe), que reúne a todas las grandes empresas de agroquímicos, en 1996 (cuando se aprobó la primera soja transgénica) se usaban en Argentina once millones de litros de glifosato. En 2012 se vendieron 182 millones de litros de glifosato. Desde hace tres años que Casafe no hace públicas las estadísticas de uso. Sí lo actualizó la Red de Médicos de Pueblos Fumigados. Afirmo que en los campos argentinos se arrojan 320 millones de litros de glifosato por año y trece millones de personas en riesgo de ser afectadas por el químico.

Andrés Carrasco, jefe del Laboratorio de Embriología Molecular de la Facultad de Medicina de la UBA e investigador principal del Conicet, confirmó en 2009 que el glifosato producía malformaciones en embriones anfibios, incluso en dosis hasta muy inferiores a las utilizadas en el campo. En 2010 publicó su trabajo en la revista científica estadounidense *Chemical Research in Toxicology* (Investigación Química en Toxicología). Debió enfrentar una campaña de desprestigio por parte de las empresas, de sectores de la academia y de funcionarios políticos, como el ministro de Ciencia, Lino Barañao. “Los transgénicos y los agrotóxicos en Argentina son un experimento masivo a cielo abierto”, solía advertir en disertaciones y entrevistas. Carrasco, fallecido en mayo de 2014, afirmaba que la mayor prueba de los efectos de los agrotóxicos no había que buscarlas en los laboratorios, sino ir a las comunidades fumigadas.

Raúl Horacio Lucero, investigador chaqueño, le escribió ayer un correo a este periodista: “¿De qué se disfrazarán ahora los expertos del Conicet que tanto atacaron a Andrés Carrasco?”.

Viviana Peralta de San Jorge (Santa Fe), Laura Mazzitelli y Elio Servín de La Leonesa (Chaco), Fabián Tomasi y Don Julio Ariza (Entre Ríos), Miriam Samudio de Puerto Piray (Misiones), Sofía Gatica y María Godoy del Barrio Ituzaingó (Córdoba), María Cristina Monsalvo y Víctor Fernández (de Alberti, Buenos Aires). Una mínima muestra de quiénes

denuncian desde hace años los efectos de los agroquímicos. Fueron, la mayoría de las veces, desoídos y maltratados por el poder político, judicial y mediático.

La Organización Mundial de la Salud comenzó a reconocer que los vecinos de a pie tenían razón.